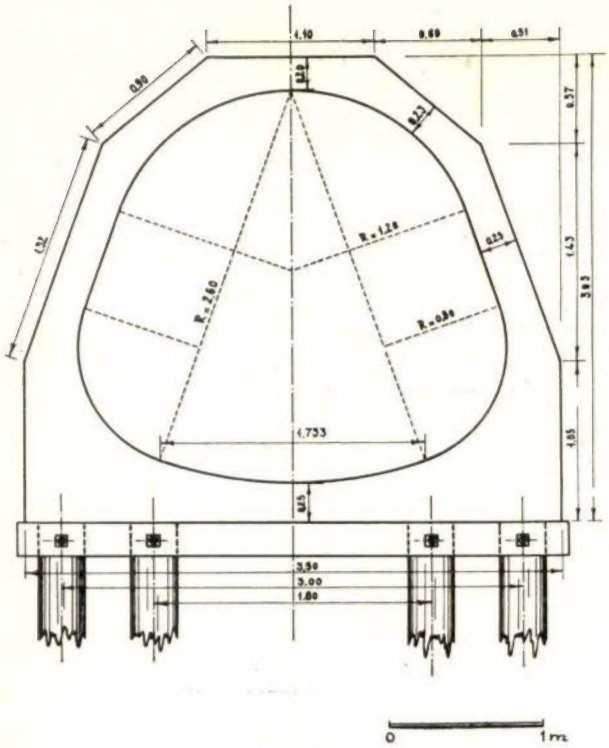


Fig. 15

As linhas de influência obtidas estão representadas na fig. 19. Repare-se que, em consequência do tipo de apoio realizado no modelo, apesar de a estrutura ser simétrica, são diferentes as linhas de influência relativas às metades esquerda e direita da estrutura.

O modelo foi construído com aglomerado de cortiça de densidade 0,6 e grão de cerca de 1 mm. Verificou-se prèviamente que o aglomerado usado, apesar de apresentar, sob carga constante, deformação função do tempo, tinha em cada instante um módulo de elasticidade; portanto, impondo ao modelo deslocamentos definidos (não forças constantes), a configuração mantém-se no tempo.

O método fotográfico foi ainda aplicado no estudo duma solução da barragem de Venda Nova, pelo método dos arcos inclinados independentes.

Em consequência da grande rigidez da maior parte dos arcos a estudar, os modelos, alguns dos quais se vêem na fig. 20, foram também construídos com aglomerado de cortiça.

Na fig. 21 apresenta-se uma das chapas fotográficas obtidas, relativa à determinação da linha de influência do esforço transverso num apoio.

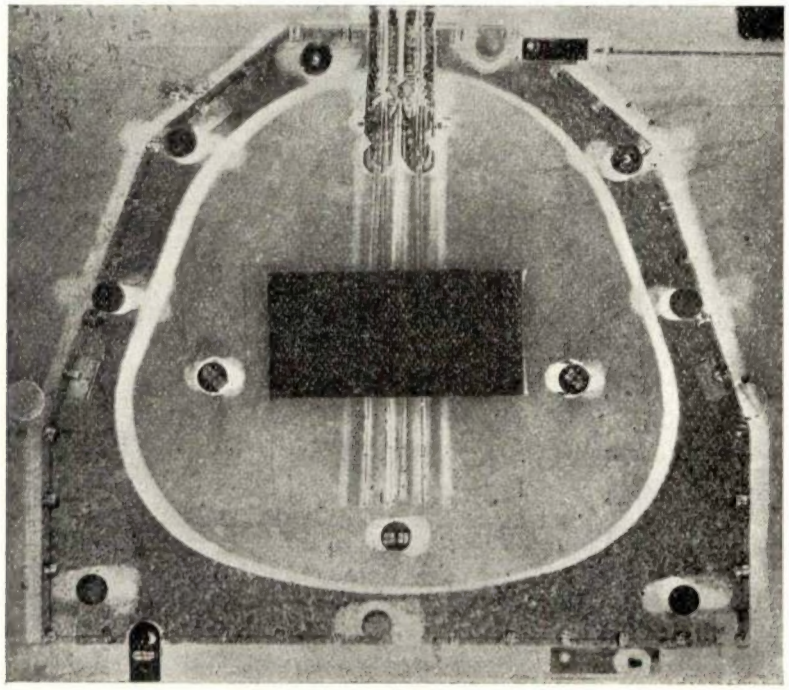


Fig. 16

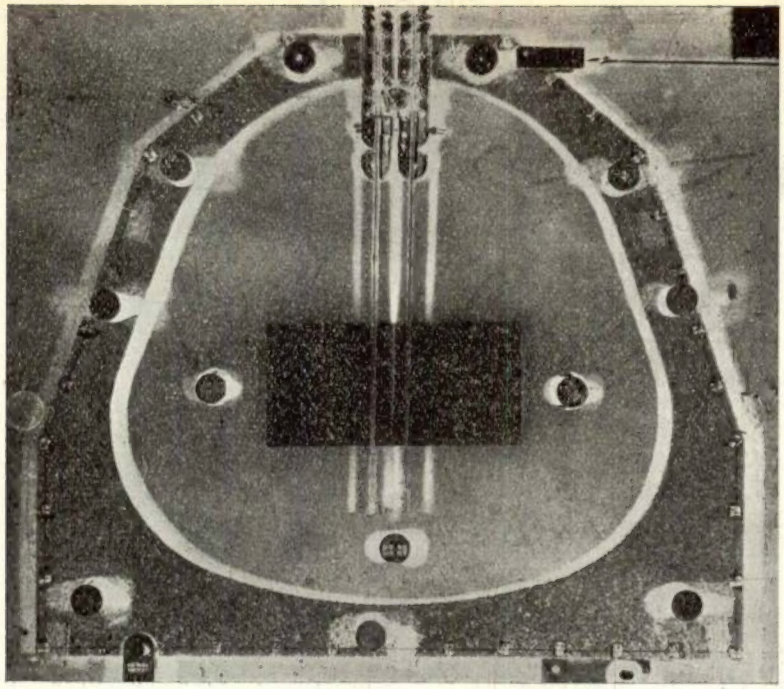


Fig. 17

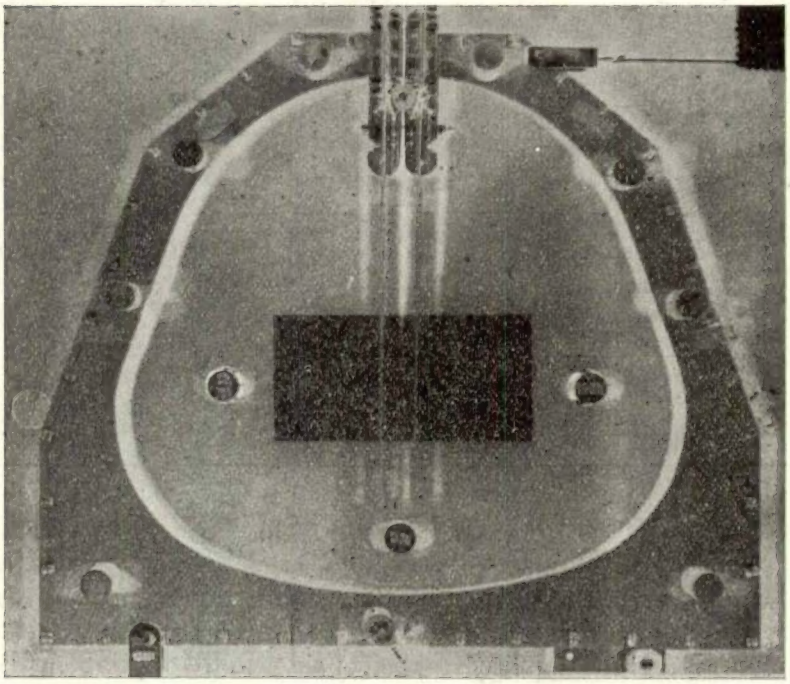


Fig. 18

No quadro II comparam-se os resultados obtidos, pelo método fotográfico e analìticamente, no estudo de dois dos arcos considerados.

QUADRO I

ORDENADAS DAS LINHAS DE INFLUÊNCIA

	Pontos	Momento flector			Esforço transverso			Esforço normal		
		Fotog.	Beggs	Analít.	Fotog.	Beggs	Analít.	Fotog.	Beggs	Analít.
Forças horizontais	0	0,23	0,20	0,22	0,99	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	1	3,12	3,22	3,50	0,89	0,92	0,92	0,04	0,04	0,02
	2	4,38	4,48	4,74	0,79	0,73	0,72	0,06	0,07	0,08
	3	4,38	4,45	4,68	0,45	0,47	0,50	0,13	0,16	0,10
Forças verticais	3	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00	1,00	1,00
	4	0,54	0,52	0,49	0,18	0,17	0,17	0,86	0,87	0,86
	5	1,00	1,06	1,05	0,28	0,26	0,27	0,68	0,70	0,68
	6	1,43	1,37	1,49	0,32	0,31	0,30	0,52	0,48	0,50
	5′	1,46	1,48	1,61	0,28	0,24	0,27	0,34	0,33	0,31
	4′	1,18	1,05	1,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,13	0,14
	3′	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Forças horizontais	3′	4,48	4,40	4,68	0,48	0,48	0,50	0,14	0,18	0,18
	2′	2,72	2,67	2,78	0,27	0,27	0,29	0,06	0,08	0,09
	1′	0,90	0,88	0,86	0,09	0,09	0,09	0,02	0,02	0,02
	0′	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

QUADRO II

Arcos	Solicitações exteriores	Efeito no encastramento esquerdo	Método fotog.	Método analít.	Desvios %
Cota 670	Peso próprio	Momento flector	14.400 tm	15.400 tm	7
		Esforço transverso	690 t	630 t	9
		Esforço normal	1.640 t	1.550 t	6
	Pressão hidrostática	Momento flector	28.800 tm	26.800 tm	7
		Esforço transverso	1.100 t	1.000 t	9
		Esforço normal	2.200 t	2.100 t	5
Cota 660	Pressão hidrostática	Esforço transverso	1.880 t	1.760 t	7
		Esforço normal	1.340 t	1.220 t	9

Como se vê, as diferenças entre os resultados não são importantes, devendo notar-se que, dada a circunstância de as alturas das secções dos arcos serem muito grandes, os resultados experimentais merecem, por certo, mais confiança do que os analíticos.

O método foi também aplicado ao estudo da estrutura duma casa de espectáculos (fig. 22). Foi a complexidade desta estrutura que nos conduziu ao método fotográfico, depois de tentarmos aplicar o método de Beggs. É uma estrutura interior e exteriormente hiperestática de grau $3 \times 11 = 33$, sem contar com as consolas dos balcões e considerando o pilar médio como uma só peça.

Foram feitas fotografias para a determinação das solicitações nas secções indicadas na fig. 22, isto é, foram feitas $3 \times 15 = 45$ fotografias. Na fig. 23 mostra-se a chapa

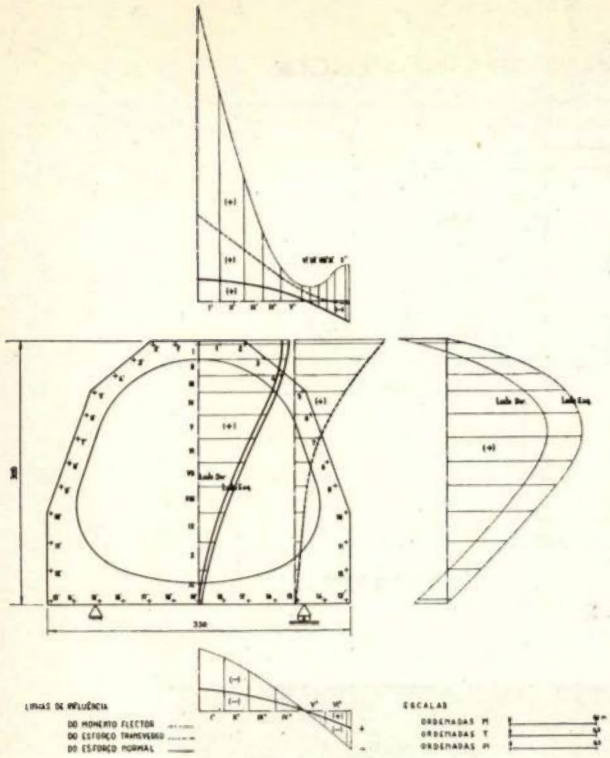


Fig. 19

fotográfica relativa à determinação do esforço normal na secção I.

Apresentam-se nas figs. 24 e 25 as linhas de influência obtidas para as secções V e VI.

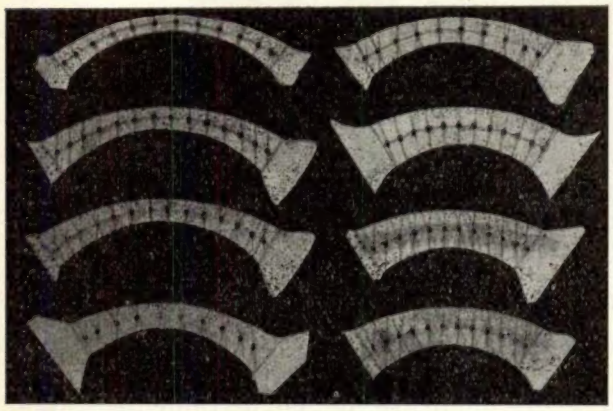


Fig. 20

Nas consolas da estrutura (balcões) não foi possível fazer a determinação das incógnitas hiperestáticas, em virtude de as peças constituintes serem de dimensões tão pequenas que não era possível a montagem do deformador. Além disso, pelo facto de essas peças serem muito curtas, convém tratá-las, por exemplo, pela fotoelasticidade, como placas em equilíbrio a 2 dimensões, impondo, nas secções de ligação com a restante estrutura, reacções dadas pelo estudo anterior.

Nas aplicações do método fotográfico que foram apresentadas, nas quais os deslocamentos impostos foram pequenos em relação às dimensões da estrutura, a contribuição dos erros de leitura para o erro relativo com que são determinadas as ordenadas máximas das linhas de influência é inferior a 2 %. Há ainda a considerar os erros provenientes de imperfeições do dimensionamento dos modelos, sobretudo das alturas das secções transversais, do erro de colocação das marcas, etc. Contudo o erro total é inferior para as ordenadas máximas a 5 %, nas nossas condições experimentais.

Note-se que a contribuição dos erros de leitura é tanto menor quanto maiores forem os deslocamentos impostos.

No caso de não resultar erro importante pela imposição de grandes deformações ou de não se pretender grande precisão podem, tal como nos métodos Gottschalk, Bull e outros, impor-se ao modelo grandes deslocamentos. Então usam-se também marcas ou, visto não se justificar grande precisão,

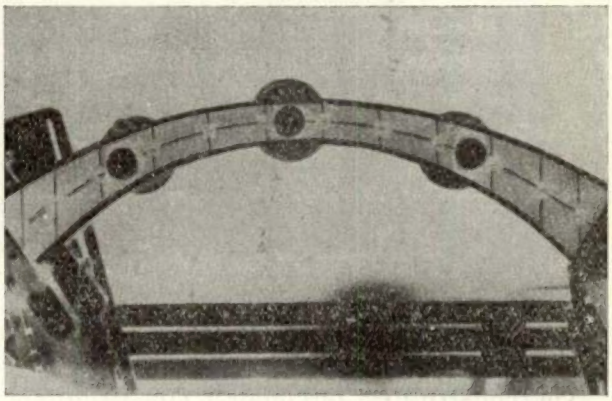


Fig. 21

as linhas a traço interrompido referidas no parágrafo 2. Mesmo no caso de se imporem pequenos deslocamentos ainda costumamos traçar estas linhas, como se pode observar nas fig. 8, 9 e 10.

Para o estudo de uma viga contínua,

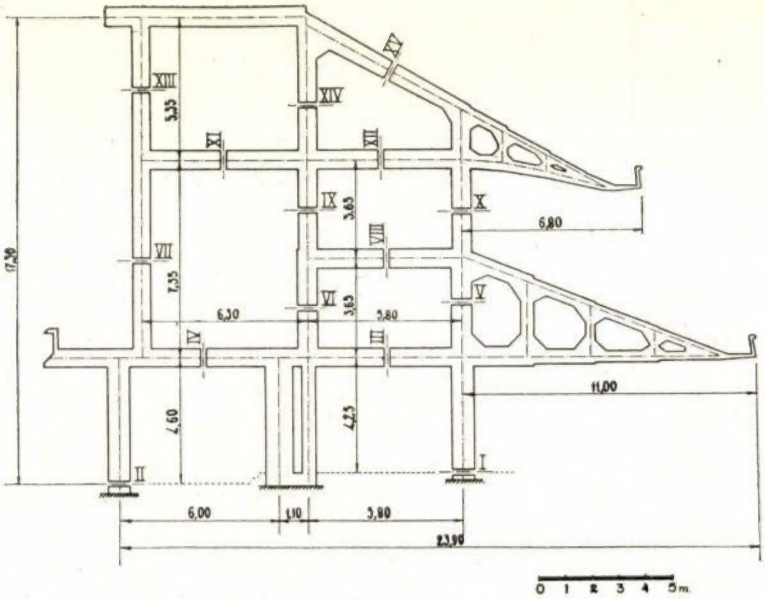


Fig. 22

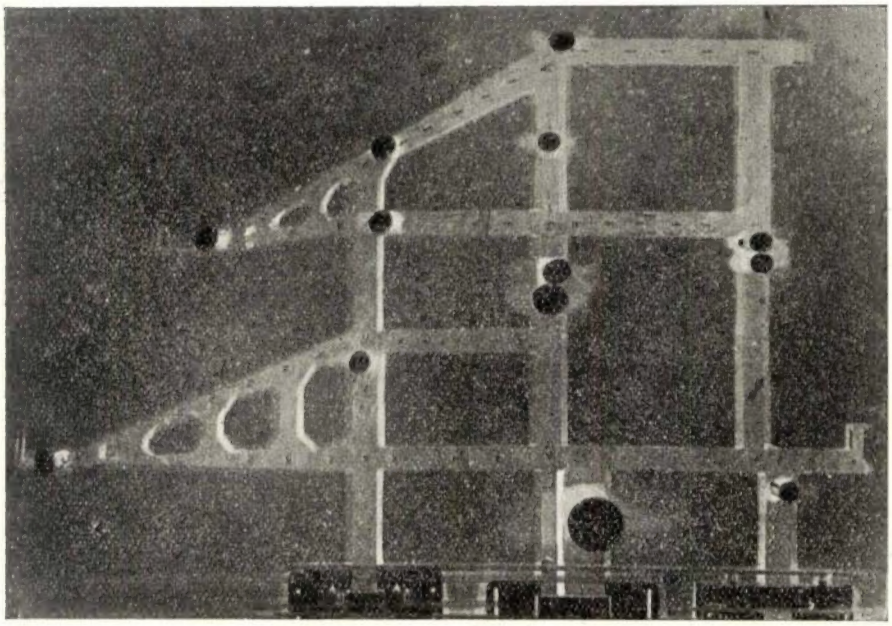


Fig. 23

simétrica, com três tramos, de secção variável, construiu-se um modelo constituído por uma fita de aço de espessura 1 mm, cortada de modo que as alturas variassem proporcionalmente aos momentos de inércia da viga. As linhas de influência das reacções dum apoio extremo e dum apoio intermédio foram obtidas pela imposição de grandes deformações, conforme mostram, respectivamente, as fig. 26 e 27.

Na fig. 28 apresenta-se a linha de influência do momento de encastramento duma viga contínua encastrada num extremo.

Finalmente, na fig. 29, apresenta-se a linha de influência do esforço normal desenvolvido num dos apoios dum arco parabólico, encastrado, de secção variável. Neste caso, para averiguarmos se as grandes deformações influenciavam o comportamento da estrutura, impuseram-se deslocamentos

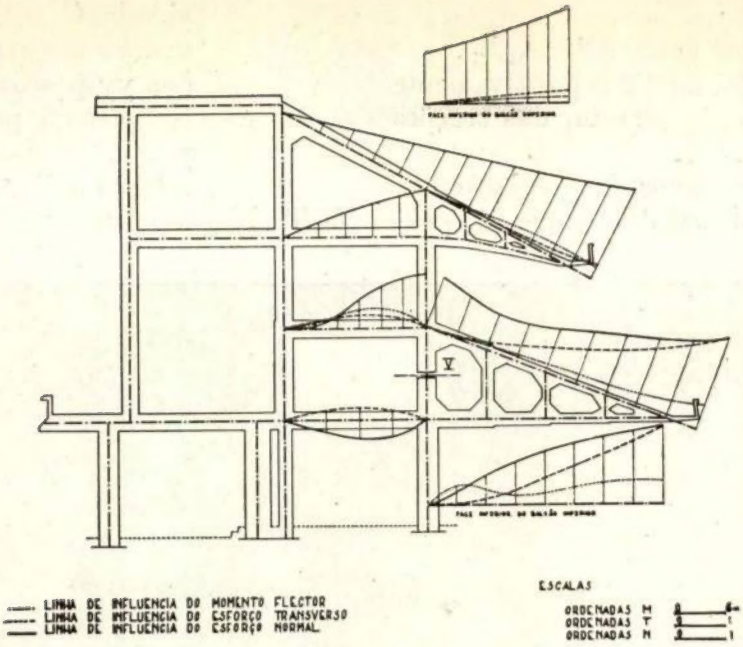


Fig. 24

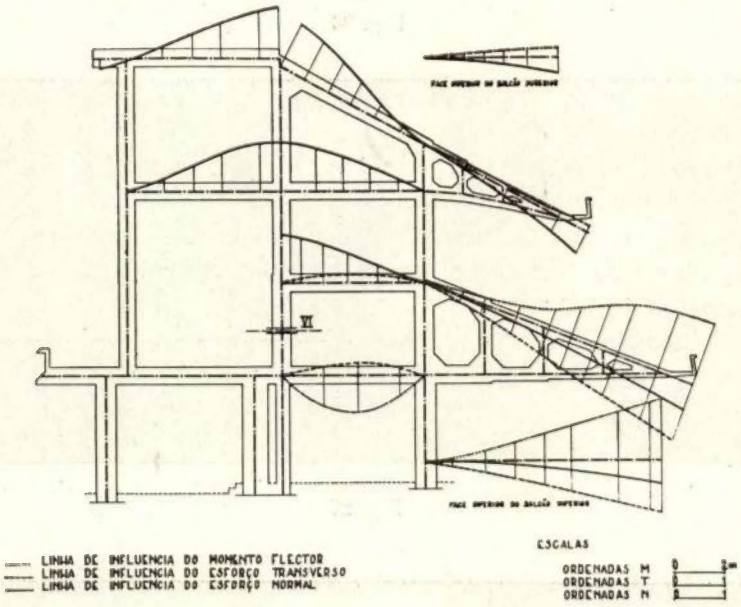


Fig. 25

nos dois sentidos e fizeram-se três exposições na mesma chapa.

4. Aplicação ao cálculo de estruturas pela determinação da deformada

Consideremos uma estrutura plana hiperestática.

Construamos, respeitando a semelhança mecânica, um modelo da estrutura e apliquemos-lhe as forças, tomadas a uma escala conveniente, cujo efeito se pretende estudar. Uma peça I I, de eixo rectilíneo, do modelo deforma-se e passa para uma posição I_1 I_1 (fig. 30).

Supomos o caso mais geral de, entre as forças actuantes sobre a estrutura, haver algumas, F_i, F_j, . . . , aplicadas entre as duas secções transversais A B e A_1 B_1.

Designemos pôr:

L — distância entre AB e $A_1 B_1$.

θ e θ_1 — rotações, medidas positivamente no sentido directo, das secções AB e $A_1 B_1$.

D e D_1 — deslocamentos, em relação ao eixo dos xx, dos centros de gravidade G e G_1; estes deslocamentos são positivos no sentido dos yy positivos.

Δ — componente paralela ao eixo dos yy, do deslocamento de G_1 em relação a $G . \Delta = D_1 - D$.

M, T e N — momento flector, esforço trans-

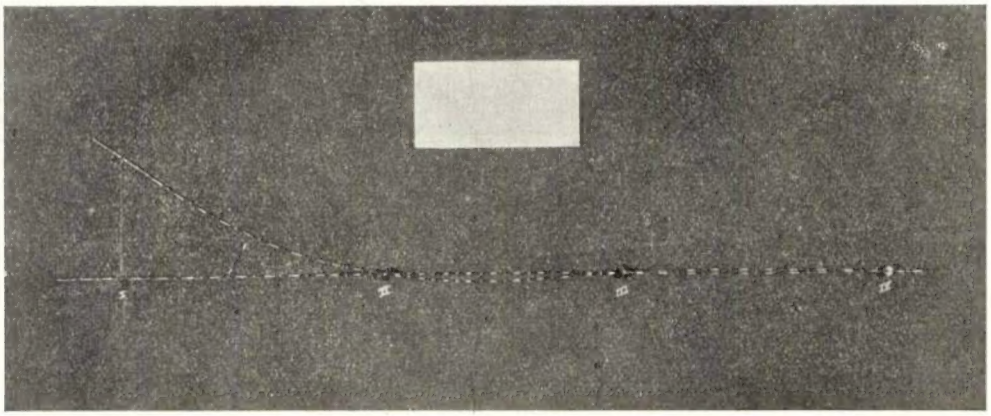


Fig. 26

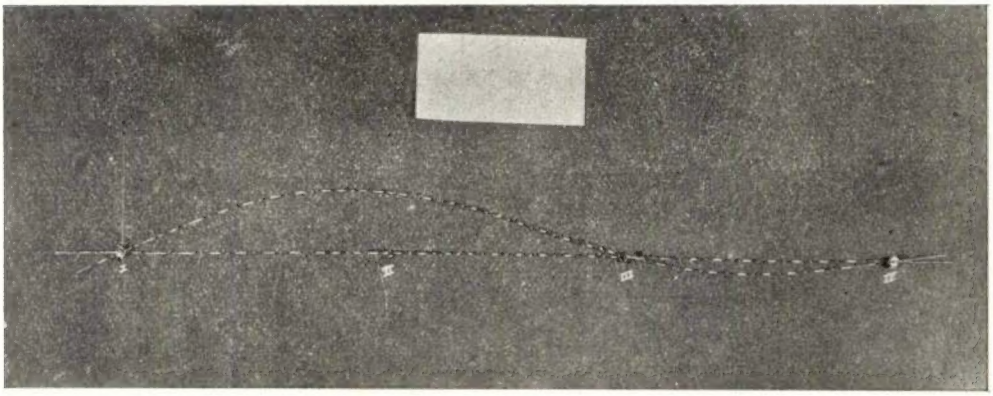


Fig. 27

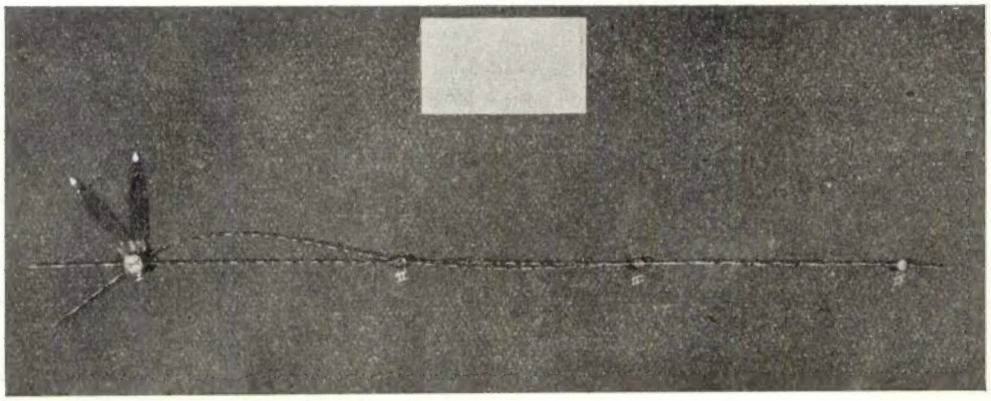


Fig. 28

GABINETE DE ESTUDOS HIDRÁULICOS

ORGANIZADO EM 1945

Telefones 4 5451 e 5 3873 — Rua Rodrigo da Fonseca, 62-4.º D.to — LISBOA

ABASTECIMENTOS de ÁGUA

Direcção do
Eng.º Ferreira Chaves

Alguns trabalhos realizados:

Abastecimento de Água de Setúbal.

Ampliação do Abastecimento de Água do Funchal (Plano Geral).

CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS
SONDAGENS

Direcção do
Eng.º Augusto Cavaco

Alguns trabalhos realizados:

Estação de Valada (Comp.ª das Águas de Lisboa).

Captações do Canário (S. Miguel — Açores).

TRABALHOS MARÍTIMOS
FUNDAÇÕES

Direcção do
Eng.º Vasco Costa

Alguns trabalhos realizados:

Estudo de obras acostáveis (Figueira da Foz e S. Tomé).

Fundação flutuante sobre lôdos (Sacavém).

APROVEITAMENTOS
HIDRO-AGRÍCOLAS
E
HIDRO-ELÉCTRICOS

—

"APAGEL"

Direcção do
Eng.º Barrancos Vieira

Alguns trabalhos realizados:

Rega (projectos e execução):

Aprov. Hidro-Agrícola de Vale de Moura (Rega de 250 ha).

Aprov. Hidro-Agrícola de Mercês (Rega de 40 ha).

Energia (projectos):

Aprov. Hidro-Eléctrico do Biópio (Angola).

Obras de Derivação e Central Subterrânea de Salamonde (Cávado).

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

verso e esforço normal desenvolvidos através da secção AB, tomando para positivos os sentidos indicados na fig. 30.

E — módulo de elasticidade do material do modelo.

I — momento de inércia, constante, das secções transversais da peça I I.

acção das forças F_i F_j, ..., aplicadas àquele troço.

É fácil mostrar que:

$$M = \frac{2EI}{L}\left(2\theta + \theta_1 - 3\frac{\Delta}{L} + 3\frac{\delta}{L} - 2\alpha\right) \quad (1)$$

$$T = -\frac{6EI}{L^2}\left(\theta + \theta_1 - 2\frac{\Delta}{L} + 2\frac{\delta}{L} - \alpha\right) \quad (2)$$

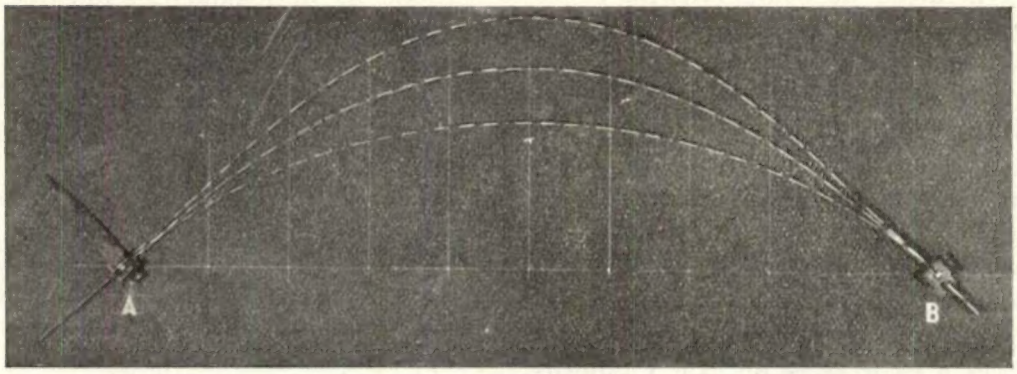


Fig. 29

δ e α — respectivamente, a flecha e a rotação da secção AB duma viga, igual ao troço AB e $A_1 B_1$, que estivesse encastrada na secção $A_1 B_1$ e submetida, sòmente, à

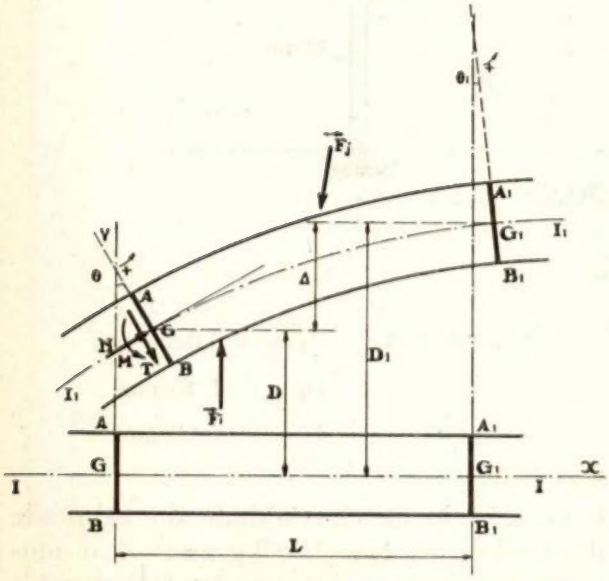


Fig. 30

No caso de não haver forças aplicadas entre as secções AB e $A_1 B_1$, estas expressões tomam a forma:

$$M = \frac{2EI}{L}\left(2\theta + \theta_1 - 3\frac{\Delta}{L}\right) \quad (3)$$

$$T = -\frac{6EI}{L^2}\left(\theta + \theta_1 - 2\frac{\Delta}{L}\right) \quad (4)$$

Conclui-se, pois, que se calcularmos analìticamente δ e α e determinarmos experimentalmente θ, θ_1 e Δ, podemos obter os valores do momento flector e esforço transverso desenvolvidos através da secção AB. Pela estática poderemos depois determinar o momento flector e o esforço transverso noutra secção qualquer da peça a que pertence AB.

Para determinarmos as rotações θ e θ_1, basta seguir o método fotográfico de medição de deslocamentos angulares descrito no parágrafo 2, ligando às secções AB e $A_1 B_1$, na visinhança dos seus centros de gravidade, hastes como a da fig. 3.

A determinação de Δ pode ser feita sobre a chapa fotográfica, a partir da medição de

D e D_1. Para aumentar a precisão de Δ, podemos obter o seu valor a partir da medição da variação da distância entre o centro de gravidade da secção AB e uma haste ligada à secção $A_1 B_1$ e dirigida segundo o eixo da peça. Esta haste, aliás, poderá servir também para se medir θ_1.

A determinação do esforço normal não é possível, pois se teria de medir a variação de L o que exigiria uma precisão muito maior na medição de comprimentos sobre as chapas fotográficas.

As expressões atrás apresentadas são fàcilmente generalizáveis para o caso da peça I I ter secção variável. Se a peça I I tiver eixo curvilíneo ainda se podem generalizar aquelas expressões, havendo então necessidade de considerar o efeito do esforço normal e, portanto, de medir mais uma grandeza, por exemplo, outra componente do deslocamento de G em relação a G_1.

Por vezes a expressões de M e T conduzem a uma diferença de dois termos da mesma ordem de grandeza, e então a precisão com que aquelas solicitações são determinadas é pouco satisfatória.

de cerca de 40 cm, às secções $A_1 B_1$ e $C_1 D_1$. Foram também colocadas hastes nos nós e nas secções próximas dos encastramentos, com o fim de se fazerem algumas verificações.

O modelo foi fotografado sobre a mesma chapa fotográfica, antes e depois da aplicação da força F = 1 kg (fig. 32); na chapa os comprimentos estão, em relação ao modelo, à escala 1/2,26.

Como os deslocamentos lineares e angulares de AB e CD são nulos, as expressões (3) e (4) convertem-se em:

$$M = \frac{2EI}{L}\left(\theta_1 - \frac{3D_1}{L}\right) \qquad (5)$$

$$T = -\frac{6EI}{L^2}\left(\theta_1 - \frac{2D_1}{L}\right) \qquad (6)$$

As rotações θ_1, os deslocamentos D_1 e os comprimentos L foram medidos sobre a chapa com um microscópio, tendo-se obtido:

secção $A_1 B_1$: $\theta_1 = -0{,}0270$ rad
$D_1 = -1{,}43$ mm
$L = 59{,}0$ mm

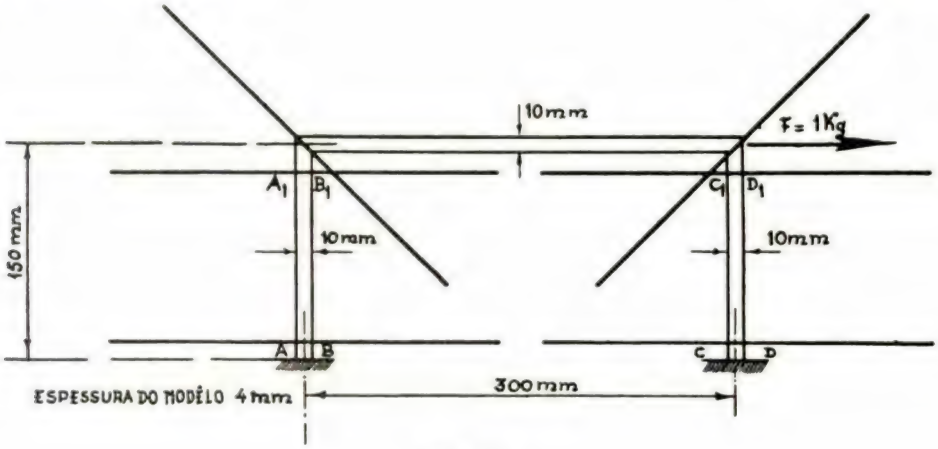


Fig. 31

Apresenta-se, em primeiro lugar, a aplicação do método à determinação dos momentos flectores e esforços transversos desenvolvidos nas secções de encastramento AB e CD dum modelo, de celulóide, dum pórtico simples, encastrado, submetido à acção duma força F paralela à travessa do pórtico (fig. 31).

Ligaram-se hastes, com um comprimento

secção $C_1 D_1$: $\theta_1 = -0{,}0256$ rad
$D_1 = -1{,}46$ mm
$L = 60{,}2$ mm

O módulo de elasticidade do celulóide do modelo é $E = 188$ kg/mm² e o momento de inércia das secções transversais é $I = 371$ mm⁴.

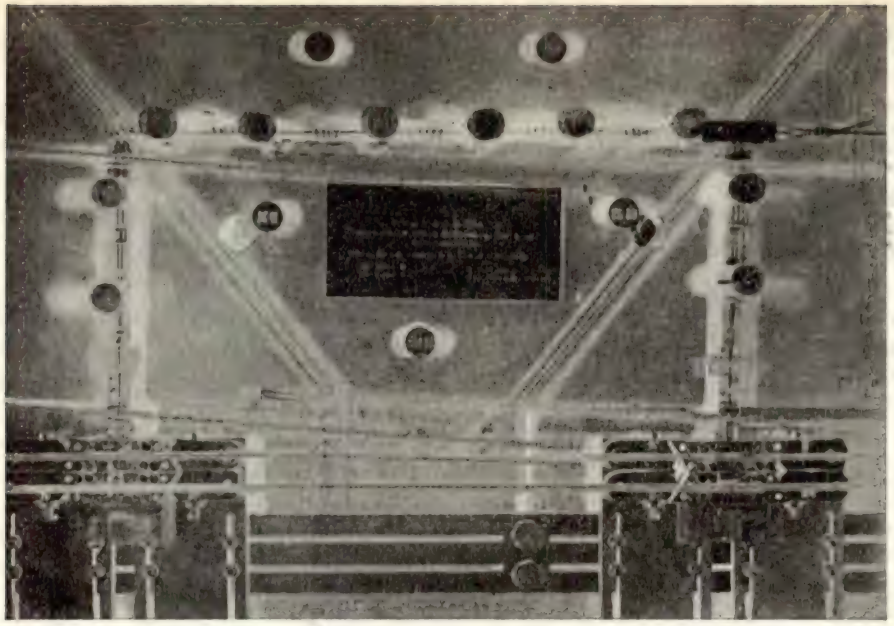


Fig. 32

Substituindo-se estes valores em (5) e (6) obtêm-se os momentos flectores e esforços transversos que figuram no quadro III, onde também se inscreveram valores obtidos analìticamente.

QUADRO III

Efeitos	Método Fotográfico	Método Analítico	Desvios %
M_{AB} (kg × cm)	+ 4,68	+ 4,69	0
T_{AB} (kg)	— 0,49	— 0,50	2
M_{CD} (kg × cm)	+ 4,69	+ 4,69	0
T_{CD} (kg)	— 0,50	— 0,50	0

Como se conclui da última coluna deste quadro o acordo entre os resultados experimentais e analíticos é muito satisfatório.

Também se estudou o mesmo pórtico submetido a uma carga de 1 kg, actuante na secção média da travessa e normalmente ao eixo desta peça (fig. 33).

Ainda, com o fim de obter os momentos flectores e esforços transversos desenvolvidos nas secções de encastramento, se fez a observação dos deslocamentos lineares e angulares das secções A_1 B_1 e C_1 D_1. Os resultados obtidos foram os seguintes:

secção A_1 B_1: $\theta_1 = +0{,}0099$ rad
$D_1 = -0{,}160$ mm
$L = 83$ mm

secção C_1 D_1: $\theta_1 = -0{,}0096$ rad
$D_1 = +0{,}148$ mm
$L = 83$ mm

A escala da chapa fotográfica era 1/1,62.

No quadro IV figuram os valores dos momentos flectores e esforços transversos obtidos experimental e analìticamente.

QUADRO IV

Efeitos	Método Fotográfico	Método Analítico	Desvios %
M_{AB} (kg × cm)	+ 1,58	+ 1,50	5
T_{AB} (kg)	— 0,31	— 0,30	3
M_{CD} (kg × cm)	— 1,52	— 1,50	1
T_{CD} (kg)	+ 0,29	+ 0,30	3

O acordo é ainda satisfatório.

Note-se que, neste caso, em virtude dos deslocamentos D_1 sofrerem variações muito importantes com a variação de direcção da força, há necessidade de garantir com muito rigor a perpendicularidade da força à travessa.

5. Comparação com outros métodos

O método fotográfico, tal como outros métodos experimentais, tem, em face dos analíticos, a vantagem de poder ser aplicado a qualquer estrutura sem sujeição de forma ou de grau de hiperestaticidade. Alguns dos exemplos citados no parágrafo 3 são bem elucidativos a este respeito.

Em face dos outros métodos experimentais de estudo de estruturas, o método fotográfico, que não exige uma montagem dispendiosa, tem, por sua vez, as seguintes vantagens:

a) Fornecer as chapas fotográficas, as quais constituem um documento onde ficam fielmente registadas as grandezas a medir e as condições do ensaio;

b) Ser mais rápido e mais fácil de aplicar, sem prejuízo da precisão.

O facto de as grandezas a medir ficarem registadas nas chapas, permite, em qualquer momento, tal como nos métodos analíticos, fazer a verificação dos resultados dos ensaios. Desaparece assim um grave inconveniente dos métodos experimentais: fornecerem resultados que só podem ser verificados por quem esteja em condições de repetir os ensaios.

Nas chapas fotográficas podem também ser observadas as condições em que foram realizados os ensaios, o que permite evitar certas causas de erro, que dificilmente poderão ser reveladas nos outros métodos, tais como encastramentos e outras ligações deficientemente reproduzidas no modelo, montagem deficiente dos deformadores, imperfeita imposição dos deslocamentos, etc.

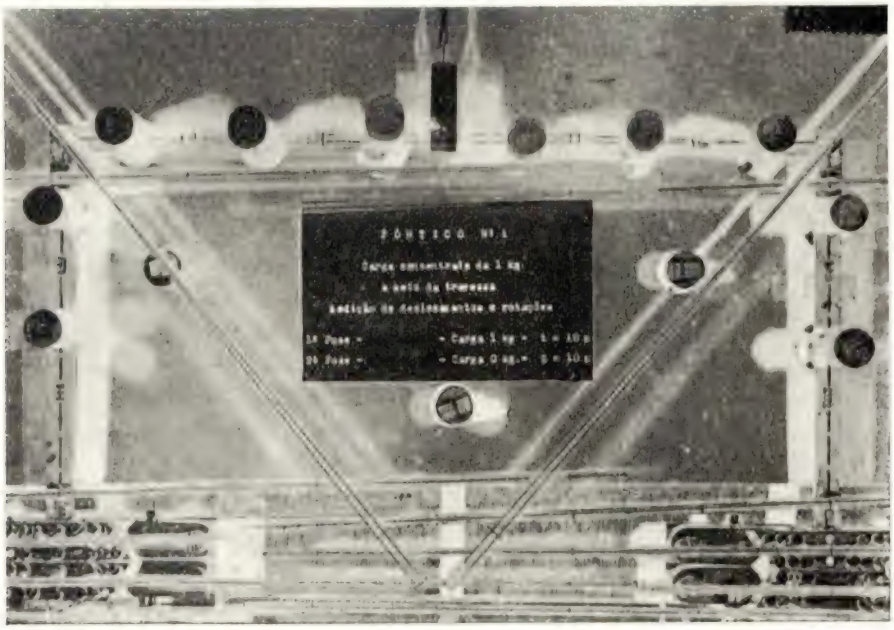


Fig. 33

Estas causas de erro, particularmente a última, são muito frequentes no método clássico de Beggs, no qual, por cada ponto observado, se tem de realizar uma operação de imposição do deslocamento correspondente ao efeito a determinar. Este inconveniente é minorado no método de Magnel, no qual se pode fazer simultâneamente a observação dos deslocamentos de 20 pontos.

No método fotográfico é fácil evitar erros

provenientes de variações de temperatura do modelo, pois, quando estas se dão, as marcas aparecem nas chapas com os traços pouco nítidos.

Em consequência de o próprio modelo ficar reproduzido nas chapas, podemos também verificar quaisquer lapsos ou imprecisões no dimensionamento do modelo.

A segunda das vantagens atrás anunciadas — rapidez e facilidade de aplicação — é consequência de não ser necessário, para cada modelo, dispor microscópios sobre os pontos a observar e de os deslocamentos poderem ser lidos sobre as chapas e num momento qualquer.

A colocação de microscópios sobre os modelos não só é morosa, mas também traz sérios inconvenientes, tais como: perigo de se tocar nos microscópios ou nos seus suportes, ao fazer as leituras ou ao obrigar os deformadores a impor os deslocamentos, impossibilidade de observação simultânea de pontos próximos, etc.

As leituras dos deslocamentos sobre as chapas podem ser feitas, no método fotográfico, com o observador em muito melhores condições do que nos outros métodos, o que não só concorre para a sua maior rapidez, sobretudo no caso de estruturas muito complexas (grande número de pontos a observar), mas também beneficia a sua precisão.

Para a rapidez do método concorre ainda o facto de, por cada linha de influência, haver necessidade de operar uma só vez com o deformador, qualquer que seja o número de pontos escolhidos para serem observados, enquanto que nos outros métodos, dispondo mesmo de vários microscópios, o número de vezes que é necessário operar pode ser importante no caso de estruturas complexas.

Mesmo para os arcos da fig. 20, que são estruturas relativamente simples, o método fotográfico forneceu-nos os valores das incógnitas hiperestáticas num quarto de tempo gasto no cálculo analítico. Além disso, enquanto que este cálculo tem de ser feito por um engenheiro, o método fotográfico pode ser aplicado por um experimentador com menos cultura.

Lisboa, Laboratório de Engenharia Civil, Maio, 1948.

Serviço de Documentação e Ficheiros Técnicos Particulares

É vulgar dizer-se que as revistas técnicas desempenham um papel importantíssimo na actualização dos conhecimentos, permitindo acompanhar o movimento sempre crescente da técnica. No entanto, parece-nos que a divulgação, entre nós, dessas publicações é ainda muito limitada.

Tentando contrariar esta situação a Biblioteca da A. E. I. S. T., pelo seu próprio desenvolvimento, tomou uma iniciativa cuja exposição é o objectivo desta página.

Pensamos que, se levarmos ao conhecimento dos leitores da nossa Revista o maior número possível de notícias comentadas sobre os artigos contidos nas publicações recebidas mensalmente, contribuimos para divulgar a real utilidade informativa das Revistas.

Lendo a notícia de determinado artigo mais fàcilmente se cria interesse para a sua leitura, de momento ou posteriormente. Em muitas casos haverá preocupações na resolução de determinado problema, para a qual a leitura regular das nossas notícias bibliográficas pode trazer contribuição; qualquer assunto relacionado com o que nos preocupa pode economizar muito tempo de esforço próprio.

Recebemos regularmente 120 publicações periódicas das quais podemos fazer de 150 a 200 fichas por mês. Estas serão publicadas numa só página permitindo que sejam recortadas e coladas numa cartolina de 75 × 125 mm (dimensões normalizadas). Estas fichas são depois ordenadas segundo o n.º de Classificação Decimal, sempre nelas afixado, constituindo referências permanentes.

Para facilitar a pesquiza de assuntos incluiremos uma lista de títulos gerais de ficheiro.

Este a pouco e pouco se vai aumentando, aproveitando também as «Técnicas» a partir de 1 945, e podemos dizer, principalmente aos estudantes, que todos os engenheiros, possuindo o seu ficheiro próprio, dão por bem aproveitado o tempo que dispuzeram para a sua organização.

Insistimos nestas vantagens porque, embora sendo assunto muito ventilado, não o está ainda suficientemente, de modo a generalizar o seu uso. Se o técnico tiver em sua casa uma boa colecção de fichas, quando quizer estudar ou resolver qualquer problema, já sabe onde ir encontrar algo sobre o assunto, mesmo que não possua as revistas; para isso é que existem as Bibliotecas e a da A. E. I. S. T. está, também, à disposição dos Assinantes da «Técnica» [1].

Embora sempre o técnico tenha que ir consultar as Bibliotecas, pensamos ser diferente saber de antemão que nelas existe o que lhe interessa ou ir apenas saber se lá encontrará alguma coisa. Neste último caso há maior resistência à consulta.

Seria nosso desejo publicar essas 150 a 200 fichas nas páginas habituais da Revista; mas para ser possível a impressão de mais 5 ou 6 folhas sem aumentarmos o preço da assinatura, temos que considerar essas folhas não incluídas nela. Por isso serão soltas, só as recebendo, além dos alunos do I. S. T., aqueles Assinantes que reconhecerem vantajoso aproveitar o nosso trabalho e quizerem pagar uma quantia à volta de 10$00 anuais, julgada suficiente para as despesas de impressão.

Para avaliarem do seu interesse, todos os Assinantes recebem as folhas correspondentes a este mês, fixas na revista. Pedíamos a todos aqueles que as quizerem continuar a receber o favor de endereçar um postal para a Biblioteca da A. E. I. S. T. confirmando o envio, o mais ràpidamente possível. Na altura do pagamento de nova Assinatura será satisfeita a quantia correspondente a um ano; entretanto continuará a receber as folhas inclusas na Revista.

Pensamos assim dar a nossa pequena contribuição na resolução de alguns problemas e prestar um serviço aos técnicos nacionais.

A Direcção da Biblioteca.

---

[1] O horário da consulta é das 12 às 13, todos os dias, e o material requisitado por uma ou duas semanas.

DEFESA ANTISÍSMICA

POR ABEL CARDOSO

Sócio Fundador da Sociedade Portuguesa de Matemática
Membro Efectivo da Ordem dos Engenheiros

(Conclusão)

C. D. 699.841 : 624.042.7

Investigação em edifícios

Ishimoto [1], com o seu microvibrógrafo determinou para período de vibração própria do edifício do Instituto de Investigação Sísmica de Tóquio em *circunstâncias normais* (isto é fora de situação de crise sísmica) o valor $T_o = 0{,}3$ segundos.

Observações simultâneas dos movimentos em diferentes locais do edifício mostraram que as oscilações não eram resultantes do comportamento elástico do edifício. Propôs-se o professor Suyehiro comparar a vibração daquele edifício com a do terreno adjacente, não em circunstâncias normais, mas em presença dum abalo de terra e obteve resultados cujas conclusões levam [2] a afirmar em geral que:

Os edifícios de grande rigidez movem-se em sincronismo com o solo em que estão implantados e são insensíveis às vibrações do solo de períodos muito curtos (por exemplo da ordem de 0,1 segundos); daqui se infere que os esforços dinâmicos induzidos num edifício daquela natureza se podem assimilar aos esforços produzidos pela sobrecarga estática de intensidade dada, como sabemos, pelo produto da massa do edifício multiplicada pela aceleração horizontal da vibração sísmica.

Não são de considerar, *em geral,* as componentes das vibrações sísmicas de período muito curto (inferiores a 0,1 segundos) porque não ocasionam qualquer efeito sobre o edifício. Casos há em que tais vibrações ocasionam grandes acelerações. É interessante notar que Imamura, professor nipónico, fazendo investigações durante a construção de edifícios da Dieta constatou que tremores da ordem de 0,1 segundo desapareciam no diagrama do movimento da fundação, embora esta se movesse em concordância com o terreno de implantação do edifício. Podemos contudo assentar em que, no projecto dos edifícios à prova de abalos de terra, poderemos desconhecer da influência dos tremores de frequência alta ($T < 0{,}1$ segundo) [1]. Posto isto, é necessário dar-se conta do comportamento de um edifício de «moderada» rigidez (perdoe-se-nos a expressividade vaga). T. Saita do instituto nipónico a que bastas vezes temos aludido, fez investigações no imóvel Marunouchi que, embora de menos peso do que as de Suyehiro, acabadas de citar parecem todavia mostrar o seguinte:

Nos edifícios de moderada rigidez o movimento do topo da construção é aproxi-

---

(1) Professor no Instituto de Investigação Sísmica da Universidade Imperial de Tóquio.

(2) Aqui, como em outros lugares apresentamos os resultados sem relatarmos o *modus operandi.* Fazemo-lo porque a descrição das experiências seria porventura incompleta para os investigadores laboratoriais e quiçá enfastiadora para os estranhos a tais pesquisas. As conclusões apontadas foram obtidas por Suyehiro comparando os diagramas de movimento no topo do edifício e no terreno circunjacente. Foram utilizados para estes trabalhos dois pêndulos horizontais de idêntica construção com modificações e melhoramentos necessários para que apareça em esclarecido diagrama a parte do abalo de terra que interessa em especial ao engenheiro *a parte destrutiva;* os tremores preliminares e parte final não lhe interessam.

As conclusões obtidas têm um campo de validez que não ultrapassa o da consideração dos abalos de intensidade média.

(1) Suyehiro, loc. cit. pág. 94 e 95.

madamente o mesmo da base. É respeitado pois o período, a fase e a forma. A amplitude no topo é maior do que na base variando o aumento de amplitude de 20 a 70 % conforme a natureza do movimento. Há a acrescentar que a este movimento do topo se sobrepõe, por vezes, movimentos secundários provàvelmente em relação com as vibrações naturais do edifício.

Finalmente o professor T. Taniguchi, da Universidade de Engenharia de Tóquio operando idênticamente num edifício «fraco» ($T_0 = 0{,}81$ segundos) [1] constatou que embora o sismograma obtido no pavimento do rez-do-chão (que deveria muito aproximadamente concordar com o do terreno adjacente) denunciasse um movimento muito irregular, consistindo de vibrações de períodos variando entre 0,7 e 1,1 segundos, o obtido no topo do edifício exibia com foros de permanente um período de 1,0 segundos.

Quanto à amplitude, era a correspondente a este movimento do último andar entre 2 e 3 vezes maior do que a correspondente ao rez-do-chão. Tal como a oscilação dum navio num mar turbulento, permita-se a imagem de Suyehiro, *um edifício de pouca rigidez opõe menor amortecimento à excitação vibratória; consequentemente, o predomínio das suas oscilações naturais está assegurado durante a acção dos movimentos irregulares dos abalos de terra.*

O que se acaba de expor não pode deixar de orientar, condicionando-a, a investigação futura analítica e experimental.

E assim, o estudo do comportamento dos sistemas em oscilação forçada com carácter permanente passou a incluir a indagação no foro e com o concurso das oscilações naturais e não esqueceu o importante papel do amortecimento. O regime forçado estabelece-se, como é sabido, após um regime de carácter transitório que dura um certo tempo. Isto é, a investigação melhora quando aprofunda o que se passa neste regime transitório e não se limita à investigação da situação forçada já estabilizada.

[1] Teòricamente se prova que existe uma correlação entre o amortecimento que a estrutura acarreta ao desenvolvimento da situação oscilatória e o período de vibração natural da estrutura.

A teoria dinâmica assim evoluída diagnosticará com acerto as causas de destruição e poderosa se mostrará na pesquisa dos meios para lhes resistir [1].

Finalmente, não queremos deixar de anotar que em edifícios de construção semelhante e de dimensões aproximadas, apresentam maior rigidez e maior amortecimento às acções vibratórias aqueles cujo período natural for menor.

Por outras palavras: excluída a situação de ressonância pode-se afirmar que *os edifícios de menor período próprio de vibração são mais aptos a resistir aos sismos.*

A teoria confirma que o amortecimento é tanto maior quanto mais breve é o período de oscilação natural, em igualdade de restantes características e circunstâncias. Para edifícios flexíveis o amortecimento é inferior, em igualdade das restantes circunstâncias, ao de edifícios de betão. O amortecimento de estruturas de igual geometria de aço, madeira e betão pode ser aferido pela relação

$$10 : 2 : 17$$

Efectivamente, experiências de F. Kishinoue, mostraram que embora os edifícios flexíveis sejam em alto grau resistentes aos abalos de terra, não cessam todavia de notòriamente vibrar, no seu período próprio, durante o abalo.

Concluir se pode pois que neste tipo de edifícios a vibração não é sintoma de desprotecção antisísmica. Aqui... vibrar não é cair.

Carácter real das acções dinâmicas

As distorções dinâmicas criadas num sistema de massa única sujeita a um movimento transitório do «solo» onde jaz, de período constante embora de amplitude variável, dependem em larga escala da relação do período do movimento do solo para o próprio do sistema. Constatou-se, que para uma

[1] Suyehiro loc. cit, «*it is a well-known fact among japanese engineers that the fate of structures in a destructive earthquake is decided in the first 30 sec of the principal motions.*

situação oscilatória vizinha da ressonância, grandes distorsões dinâmicas do sistema se produzem ainda que o número das oscilações equifrequentes seja reduzido. Ora, a inspecção de sismogramas mostra que o solo pode ter pràticamente movimento harmónico simples durante algumas e sucessivas vibrações *que imediatamente se seguem ao choque inicial.*

A amplitude e possìvelmente o período do movimento estão continuadamente a ser transtornados de modo que a estabilidade de frequência pouco tempo se mantém.

Parece pois, numa análise superficial, que não deve chegar a haver tempo para que as vibrações de uma estrutura com período de oscilação natural vizinho dum possível trem de ondas equifrequentes do solo, ocasionem distorsões críticas para a segurança da estrutura.

Não é assim: a experiência com modelos mostrou que, *nas vizinhanças da ressonância, a estrutura responde prontamente à excitação vibratória* produzindo-se perigosos deslocamentos antes que o aspecto do movimento do solo se modifique [1].

Nas estruturas, com vários graus de liberdade, criar-se-á semelhante situação? Experiências de Jacobsen levam a concluir afirmativamente.

A poucos engenheiros portugueses será dada a possibilidade de investigarem o comportamento de estruturas em mesas vibratórias ou mesmo de obter resultados de experiências feitas em Portugal. Não é porém este o óbice fundamental. Quem habitualmente projecta precisa de apropriada ferramenta analítica que lhe possibilite uma manipulação segura, rápida e simples.

Não deixaremos de reconhecer que é preciso especificar o movimento do solo para que qualquer análise tenha significado.

O imperfeito e insuficiente conhecimento do movimento do solo durante os abalos de terra não permite, em boa verdade, que na actualidade com absoluta confiança os gabinetes de engenharia disponham para ulterior fixação das sobrecargas sísmicas, de *informação perfeita* acerca de períodos, durações e intensidades dos movimentos do solo.

É, como sabemos, natural que certas localidades apresentem períodos prováveis característicos que, à medida que as observações se forem multiplicando, de cada vez com mais confiança serão de aceitar.

Do que não resta dúvida é que as estruturas durante o abalo de terra estão sujeitas a cargas dinâmicas variando com o tempo [1]. Nas experiências do professor Williams as cargas dinâmicas foram obtidas a partir de distorsões *observadas; têm pois um carácter de realidade* e de forma alguma podem ser desconhecidas com o fundamento tantas vezes admitido de que estas cargas dinâmicas não «têm tempo» de se impor como cargas reais com os consequentes efeitos inerentes às cargas estáticas [2].

Experiências deste investigador, cujas

---

(1) Harry A. Williams, loc. cit.

(1) Foi afirmado que «*Whatever their attitudes are toward the ground-motions question, they are forced to admit that forward and backward, as well as up and down motions occur. This fact alone means that dynamic loadings varing with time must be sustained by the structures*» (L. S. Jacobsen, *Discussion on Earth Shock Distortions in Structures* in Proc. A. S. C. Engineers, vol. 63, N.º 8, part 2, 1 937, pág. 859).

(2) As experiências de Williams incidiram sobre um modelo sujeito a uma aceleração harmónica de valor máximo $\gamma = 0{,}085$ g sendo g a aceleração da gravidade.

Verificou-se que, condições de atrito deminuto havia em que para $\frac{T_0}{T} = 0{,}77$ era a *real* força dinâmica máxima 4,5 vezes maior do que uma *fictícia* força constante igual em valor ao produto da massa do modelo pela aceleração $\gamma = 0{,}085$ g. Conservando as restantes circunstâncias experimentais, verificou-se que para $\frac{T_0}{T} = 1{,}06$ era a força real 6,8 vezes maior do que a fictícia para com $\frac{T_0}{T} = 1{,}21$ se reduzir a 2,8 vezes apenas. Note-se que 0,77 representa uma situação oscilatória um pouco abaixo da ressonância; 1,06 aproximadamente ressonante e 1,21 um pouco acima da ressonância. As acções dinâmicas máximas apontadas manifestaram-se respectivamente no fim de 1,8; 5,1 e 2,8 ciclos.

Não se pode negar que há possibilidade de num abalo de terra se manter um movimento com período constante *durante... 1,8 ciclos.* Assume, aquela condição do solo vibrar um pouco abaixo da ressonância um «aspecto sinistro». Estes factos e o melindre do estudo analítico dos edifícios «flexíveis» de cada vez mais aliciam a opinião técnica a favor da construção de edifícios tam rígidos quanto possível (escola japonesa).

conclusões são de aplicar a edifícios cujas características sejam tais que se possa ignorar a flexão do edifício como um todo em presença da acção do esforço transverso, indicam que, para estes, o emprego do método estático só tem fundamento teórico se os edifícios exclusivamente vibrarem no modo fundamental; se esta suposição não for garantida analítica ou experimentalmente, então não é racional a análise das estruturas pelo método estático.

Pode-se concluir que *nas estruturas a acção de um ou dois cíclos do movimento do solo, nas vizinhanças da ressonância com qualquer dos períodos de vibração natural do edifício, pode ocasionar o desenvolvimento de grandes forças dinâmicas.*

É interessante notar que é a análise dinâmica que nos limita o campo de aplicabilidade do método estático.

Para reforço desta opinião recordamos as experiências de Ockleston.

Dados sismológicos para engenheiros

A necessidade de dados obtidos cientìficamente é igual para o engenheiro e para o geofísico (1).

No entanto, as necessidades próprias dos gabinetes de projecto estrutural impõem o fornecimento de informação que a aparelhagem convencional não está apta a produzir.

E se ao geofísico a observação das diferentes fases e formas de onda lhe permite localizar a origem do abalo e calcular a velocidade de propagação das ondas sísmicas habilitando-o a prescrutar a estratificação da crosta terrestre, o mesmo se não dá relativamente às necessidades, mais modestas, da engenharia para quem o conhecimento daqueles dados só indirectamente acarreta interesse. Os tremores preliminares, por exemplo, que para o geofísico são de particular interesse deixam absolutamente indiferente (1) o engenheiro. A observação sismométrica está, por natural direito nas mãos dos geofísicos que têm os seus postos de observação guarnecidos com os sismógrafos convencionais de alta sensibilidade e *precária estabilidade;* daí resulta que só ficam registados os tremores preliminares quando um abalo forte se manifesta, devido ao facto das penas de inscrição saltarem. Nestas circunstâncias *a investigação falha precisamente na fase que especialmente interessa ao engenheiro.*

A este interessa o conhecimento da *intensidade e natureza dos movimentos principais dos sismos* cujos efeitos foram destruidores.

Com uma montagem utilizando um par de pêndulos horizontais de Ewing o professor Suyehiro (2) propõe-se resolver o problema do registo dos movimentos fortes. As características a respeitar na realização dos sismógrafos apropriados às necessidades dos engenheiros são, pelo mesmo autor assinaladas no seu trabalho, que tanto nos tem guiado.

Mais uma questão importante a anotar.

Como dissemos, o conhecimento deficiente ou imperfeito dos movimentos do solo durante os tremores de terra prejudica o estabelecimento de perfeitas hipóteses de cálculo concernentes a períodos, durações e intensidades dos movimentos compostos.

Não sendo o movimento do solo usualmente movimento harmónico simples não é correcto calcular a aceleração a partir do conhecimento da amplitude e do período do movimento (3).

---

(1) Os dados sismológicos são aproveitados não só pelos sismólogos, como pelos geólogos, pelos prospectores e pelos engenheiros; a estes interessam, como sabemos e repetimos, o conhecimento das acelerações *(forças)* e periodos *(ressonância)*. A integração gráfica das acelerogramas faz conhecer as velocidades *(momento e energia cinética)* e os deslocamentos *(estabilidade)*.

(1) Compreenda-se bem a intenção posta no afirmado; o desinteresse refere-se à aplicação imediata ao cálculo das estruturas.

(2) Loc. cit. pág. 48 e segts. Ver também Gutenberg *Handbuch der Geophysik*, vol. IV, 2, pág. 387.

(3) Se o solo se movesse em obediência a

$$y = a \text{ sen } (pt + \varphi)$$

seria a aceleração no instante t dada por

$$\ddot{y} = -\gamma \text{ sen } (pt + \varphi)$$

em que $-\gamma$ é a aceleração máxima relacionada por

$$\gamma = a\, p^2 = 4\, \pi^2 \frac{a}{T^2}$$

com a amplitude *a* e o período *T*.

Acresce ainda que o sismograma apresenta-se muitas vezes de tal modo gretado que se torna impossível na prática determinar, a partir dele, com razoável confiança, amplitudes e períodos.

A necessidade do emprego de um acelerógrafo de engenharia [1] é manifesta, não só por estas razões, mas ainda porque como se sabe as máximas acelerações são frequentemente dadas pelos movimentos secundários de curto período e reduzida amplitude e fàcilmente mascaráveis pelo movimento principal.

Da análise dum sismograma obtido com o sismógrafo convencional relatou-se [2] o movimento mais pronunciado como correspondendo a $a = 0{,}042$ *cm* e $T = 0{,}30$ *s* donde se calculou, utilizando a fórmula da penúltima anotação, a aceleração $\gamma = 9{,}2\ cm/s^2$.

Relativamente ao mesmo sismo o acelerógrafo de Ishimoto [2] registava uma aceleração $\gamma = 5{,}6\ cm/s^2$, emparelhada com $a = 4{,}14$ *cm*.

O erro apresentado no valor de γ calculado a partir da análise do sismograma deve-se à condensação da escala dos tempos [3] e à consequente dificuldade em avaliar o período. Melhoraram-se as possibilidades de observação utilizando um sismógrafo convencional do mesmo tipo mas com um movimento mais rápido do tambor, o que fornece um diagrama mais espraiado.

Deste diagrama se anotou para o movimento mais pronunciado $a = 0{,}064$ *cm* e $T = 0{,}46$ *s* elementos que permitem avaliar a aceleração em $\gamma = 5{,}9\ cm/s^2$, concorcordante com o registo acelerográfico.

Pelo justamente acabado de expor, se sugere a conveniência de, na falta de acelerógrafos, em usar sismógrafos com tambor muito rotativo para colher elementos informativos de real utilidade para a engenharia. A não existência actual, no nosso país, de apropriada aparelhagem redunda numa apreciável vantagem, visto permitir a organização de uma rede de exploração sismológica equipada à altura da sua missão e do actual nível científico.

É de fixar que *a informação requerida pela engenharia tem de ser obtida cientìficamente a partir dos registos de, e isto é essencial, aparelhagem apropriada.*

Norma racional de cálculo

Sem prejuízo de opinião formada com o que vimos expendendo neste trabalho urge assentar numa base de cálculo de relativa facilidade na aplicação e que não prescinda também duma certa exactidão como intérprete da situação real.

Está, sem dúvida, em posição de vanguarda sob tais aspectos a normatização chilena.

Quere-nos parecer bom ponto de partida para o início em Portugal de produção normativa oficial, sobre a matéria.

Merecida atenção prestamos ao esforço chileno neste campo.

Com carácter de aplicação rotineira se pode reduzir a exposição do assunto [1] à apresentação das seguintes regras:

---

(1) Por vezes os geofísicos utilizam acelerógrafos de período natural extremamente curto que são inapropriados para proverem aos requisitos da engenharia (Suyehiro loc. cit. pág. 65). Um acelerógrafo com um período natural de 0,15 s é aconselhável para trabalhos de engenharia. Ao engenheiro interessam movimentos de período $\geqslant 0{,}3$ s; movimentos de período muito curto carecem de interesse para quem projecta estruturas de edifícios.

Seriam pois anuladas as vantagens da substituição dos sismógrafos convencionais por tal espécie de acelerógrafos. É a escolha do modelo de acelerógrafo um ponto que não deve ser decidido de ânimo leve, quando se proceder ao equipamento das estações, perdoe-se-nos a sugestão em reconhecimento à intenção.

(2) Suyehiro, loc. cit.

(3) Um sismograma, como é de conhecimento geral, pode apresentar-se como um gráfico referido a um sistema de eixos coordenados rectangulares com o tempo em abscissas e os deslocamentos em ordenadas.

(1) J. I. Valenzuela, *Reglamentación chilena de la edificación contra terremotos (asísmica)* in La Ingenieria, Buenos Aires, Abril 1 943, pág. 229.

Numa conferência pronunciada no Centro Argentino de Ingenieros o distinto director do Instituto de Estabilidade Experimental da Universidade do Chile, estabelecimento modelar dentro da índole do de Stanford, justificou num bem elaborado e conciso estudo as razões que levam às regras práticas enunciadas no texto.

É esta conferência, pronunciada em 15 de Novembro de 1 942, que o artigo citado reproduz e para que chamo a avisada atenção dos leitores da «Técnica» a quem a solução em *termos práticos* particularmente interesse.

—*não são de admitir construções com períodos fundamentais de vibração T_o dentro do intervalo 0,75 → 3 segundos;*

—*a construção considera-se sujeita para efeitos de cálculos de projecto antisísmico a uma aceleração constante e de intensidade dentro do intervalo 0,1 g → 0,2 g centímetro / seg² quando for $T_o \leq 0,4$ segundos; quando for $T_o \leq 5$ segundos admite-se, em suposição proveitosa aos referidos cálculos que a construção sofre um deslocamento horizontal do seu centro de gravidade em relação à fundação dentro do intervalo 4 → 6 centímetros.*

—*para os restantes intervalos de períodos aceitáveis devem nos cálculos introduzir-se correcções multiplicando as solicitações resultantes pelos coeficientes de correcção a seguir indicados*

$$C_1 = 1 + \frac{T_o - 0,40}{0,35}$$

para valores de T_o do intervalo, extremos incluídos, 0,40 → 0,75 segundos e

$$C_2 = 1 - \frac{T_o - 5}{2}$$

para o intervalo 3 → 5 segundos, incluídos os extremos também. É *g* o valor da aceleração da gravidade.

Resume-se o expendido no quadro:

T_o segundos	Bases de cálculo		Coef. de correcção das solicitações	
	γ cm / s²	a cm		
$\leq 0,4$	0,1 g → 0.2 g	—	—	Edifícios rígidos
0,4 → 0,75	0,1 g → 0,2 g	—	$1 + \frac{T_o - 0,4}{0,35}$	Edifícios rígidos
0,75 → 3	—	—	—	Edifícios flexíveis
3 → 5	—	4 → 6	$1 - \frac{T_o - 5}{2}$	Edifícios flexíveis
> 5	—	4 → 6	—	Edifícios flexíveis

Nas aplicações, quando ao determinar o período de vibração natural (em geral interesse o fundamental) se obtiver um valor dentro do intervalo de rejeição 0,75 — 3 segundos dever-se-á baixar o período para $T_o < 0,75$ segundos, o que obriga a aumentar a rigidez do edifício. Este caminho é o indicado porque em edifícios normais a multiplicidade de andares, analìticamente invocada como multiplicidade de massas, origina, como se viu, uma exuberância de modos de vibrar, de modo que períodos seguros para o fundamental podem apresentar valores críticos para qualquer modo superior; por outro lado, para tornearmos as dificuldades de manipulação que acarreta a consideração do comportamento elástico os calculadores preferem os edifícios rígidos $T_o \leq 0,75$. Períodos respeitadores desta desigualdade conseguem-se realizando a secção do edifício de carácter celular com septos rígidos em betão armado dispostos quer transversal quer longitudinalmente ([1]).

Carácter geral da construção antisísmica

De cada vez mais se faz sentir a intervenção da engenharia na construção civil.

Em franco progresso, em parte impulsionada por ditatoriais imposições de carácter económico, está pois a arte de construir edifícios.

Até esta altura o presente trabalho se

([1]) Podemos afirmar, que a adopção do valor *0,10 g* conduz a um factor de segurança elevado. Não quer isto dizer, *note-se bem*, que não se deve adoptar um valor superior — inclinámo-nos, em face da experiência alheia, para o valor *0,15 g* dos engenheiros nipónicos enquanto se não dispuzer de uma copiosa e credível fonte de observações e análise das vibrações sísmicas quer do solo quer das estruturas que nos venha alterar a presente opinião.

Como se disse já, nos Estados Unidos o *United States Coast and Geodetic Survey* em imensas observações e análise das vibrações do solo e dos edifícios, originou o manancial informativo que estatìsticamente interpretado permitiu fundamentar com solidez a publicação oficial «*Uniform Building Code*» Pacific Building Officials Conference· Los Angeles, Calif, 1937. Deste há edição de 1 949. Um tratamento mais ligeiro pode ser analisado na publicação «American Standard Building Code Requirements for Minimum Design Loads in Buildings and Other Structures» A S A — A 58.1 — 1 945.

manteve dentro do campo da engenharia. Não queremos todavia deixar de completá-lo com uma rápida digressão pelo sistema construtivo adoptado entre nós.

Em Portugal a defesa antisísmica tem tradições, embora seja de lamentar a falta de continuidade.

Pode-se afirmar que a tradição portuguesa remonta a 1 de Novembro de 1755, data em que se deu o célebre terramoto de Lisboa.

Embora reservemos para trabalhos de índole diferente deste apartes históricos, não podemos deixar de relembrar que o inquérito pombalino ordenado após o terramoto permite a Portugal apresentar-se com galhardia e singular prestígio perante as nações civilizadas como pioneiro na produção de informação sismológica científica e que, mercê dele, ainda hoje nos proporciona um honroso lugar nos meios científicos, devido à obra monumental (1) do Prof. Pereira de Sousa em que aprecia e divulga os resultados de tam precoce e sagaz inquérito que fulgura na cronologia dos estudos sismológicos.

Difìcilmente hoje se produziria tam disciplinado trabalho de informação científica (2). O conde Montessus de Ballore, o pai da organização da defesa antisísmica no Chile, elogiosamente o refere na sua «*Bibliografia General de Temblores y Terremotos*».

O questionário (3) enviado por ordem do Marquês de Pombal aos párocos portugueses consta de 13 quesitos a que cuidadosa resposta foi dada.

Não pode haver hesitação ao citar-se este documento como o mais notável produzido sob o aspecto científico após o terramoto. E não se pode dizer que as publicações sobre este fossem escassas. São inúmeras e fazem as delícias dos bibliófilos.

É um documento que honra quem o forjou — os eminentes engenheiros militares de então? — quem o enviou — o marquês de Pombal — e, os últimos serão os primeiros, quem com escrúpulo lhe respondeu — os párocos. E no século XX um engenheiro, à sombra desta árvore plantada no século XVIII, plancia a mais representativa obra sobre o terramoto de 1755.

Não se limitou a este inquérito notável o programa da acção pombalina.

A história da reconstrução de Lisboa e dos seus engenheiros vem assinalada com maior ou menor veracidade e abundância de pormenores em muitas obras antigas e modernas. Aqui apenas vizamos que a construção tradicional portuguesa antisísmica foi lançada após o terramoto de 1755.

Carlos Mardel, na Holanda, diz P. de Sousa, onde estivera antes de ser chamado a Portugal, observara como afrontavam com particular galhardia os ímpetos do mar todas as construções de madeira: fachinagens, palissadas, etc. e, talvez relembrando este facto sugeriu-se-lhe o emprego da «gaiola» — de madeira. A tradição que a nós chegou afirma que onde viria a ser a actual Praça do Comércio, o marquês de Pombal honrou com a sua presença o primeiro ensaio de tal estrutura. Num estrado, embrião da actual «shacking table» a que soldados imprimiram grosseira réplica dos movimentos sísmicos estava o modelo da autoria de Carlos Mardel.

A estabilidade foi de visu constatada pelo Marquês que ordenou a sua incorporação nos edifícios a levantar.

A gaiola de madeira tem o mérito de de ser pioneira nos métodos racionais de construir à prova de abalos de terra. Esta ideia permaneceu intacta até aos nossos dias.

À construção portuguesa adoptada na reconstrução de Lisboa não faltava a racionalidade que deve impender sobre qualquer processo de construção.

---

(1) Francisco Luís Pereira de Sousa, tenente-coronel, graduado de Engenharia, 1.º Assistente da Universidade de Lisboa. Serviços Geológicos «O Terramoto do 1.º de Novembro de 1755 em Portugal, e um Estudo Demográfico, Lisboa, 1 919; 4 vols. publicados, dos quais o último em 1 932. Obra incompleta pela morte do seu notável autor.

(2) Os factos provam o que se afirma. Dois vultos eminentes da sismologia portuguesa Anselmo Ferraz de Carvalho e Raul de Miranda queixam-se dos questionários dimanados nos princípios deste século ficarem quase todos sem resposta.

(3) Descoberto no Arquivo Nacional da Torre do Tombo pelo professor Pereira de Sousa. Vidé «These para o concurso de 2.º assistente do 1.º grupo da 2.ª Secção da Faculdade de Sciencias de Lisboa» — Ideia Geral dos Effeitos do Megassismo de 1755 em Portugal, por Francisco Luiz Pereira de Sousa, Capitão de Engenharia. Lisboa 1 914.

Portugal, deu cartas neste capítulo. Assim, a entrega do problema à eminente engenharia militar portuguesa, a única existente então, o inquérito acerca dos estragos do sismo e a assistência pessoal à experiência com a primeira «shacking table» que o mundo viu, claramente o mostra.

Com orgulho se pode afirmar que *foi em Portugal que se procedeu ao primeiro inquérito susceptível de exploração científica e onde se iniciou a aplicação dos princípios que informam a racional defesa das construções contra os ímpetos da terra em convulsão.*

A construção «à portuguesa» foi adoptada em Itália quando no terramoto da Calábria de 1 783, na vila de Filogaso, se mantém firme um palácio construído segundo os preceitos lusitanos, no meio da destruição geral.

E assim se firma na regulamentação italiana a ideia da incorporação de uma gaiola de madeira ou de aço nas construções de alvenaria.

Século XIX. Neste século, um novo material, o betão armado impõe-se por implícito valor, ao cálculo estrutural, uma alma nova insuflam Poisson, Navier e Cauchy e a sismologia toma idoneidade científica. Parece que a Providência nos protege antes de novas armas de defesa nos dar.

De longo letargo desperta a terra manifestando-se em Benavente (23 de Abril de 1 909). Por portaria de 27 de Abril de 1 909 se nomeou *a «Commissão de Estudo das Construcções nas Regiões Sísmicas»* constituída por arquitectos e engenheiros portugueses que com afinco invulgar se lançam ao trabalho. Em especial, a actividade das 3 subcomissões é notável não só pelo número de sessões de trabalhos, intervaladas de poucos dias, como pelo pormenor e elevação com que os assuntos foram discutidos.

O estudo dos terrenos de fundação e das fundações; a pormenorização invulgar ao redigir os preceitos a respeitar na construção de gaiolas e o cuidado posto na defesa da estabilidade de outros elementos de construção em especial dos enchimentos e revestimentos; as normas para a construção e reconstrução; enfim todos os assuntos interessantes à defesa antisísmica foram largamente discutidos e ponderados.

As actas das sessões, bem como a correspondência dimanada da Comissão, permite aferir do alto nível dos arguentes e constatar que em Lisboa, nessa época se construia mal de modo a provocar da Comissão um reparo à Administração que, diga-se de passagem, lhe não era imposto na sua agenda de trabalhos. Sugeriu-se a *fiscalização técnica das obras.*

Foi considerado, com a habitual atenção o emprego de estruturas de betão armado que saiu vitoriosa da oposição acobertada com pretexto económico, aliás não demonstrado.

Aos terramotos de Lisboa de 1 755 e de Benavente de 1 909 se seguiram pois estudos tendentes a possibilitar construção antisísmica em Portugal. São dignos de registo atendendo às épocas em que se fizeram.

Em Itália em 1909 se produziram as «Normas Técnicas e Higiénicas para as reparações, reconstruções e novas construções de edifícios públicos e particulares nos municípios afectados pelo terramoto de 28 de Dezembro de 1908» (aprovadas por Decreto de 18-4-909, n.º 193).

A legislação italiana sobre construção à prova de abalos de terra [1] assenta sobre directrizes de cálculo expostas por uma Comissão, nomeada em 1 911, para rever aquelas normas numa interessante memória, de real valor para a época em que foi apresentada, e que nas suas linhas gerais substitui as acções dinâmicas por forças estáticas proporcionais aos pesos das massas sobre que actuam; os efeitos sísmicos são avaliados pelo valor da aceleração máxima γ; considera, atendendo a exigências económicas e sociais, como critério justo, a admissão do coeficiente de redução 1/3 aplicado à força representativa do

---

(1) Legislação principal:

Decretos de 23 de Outubro de 1 924 (n.º 2 089), 3 de Abril de 1 926 (n.º 705), 13 de Março de 1 927 (n.º 431), 20 de Janeiro de 1 933 (n.º 11) e estando as disposições municipais mais recentes, salvo lapso informativo, contidas nas normas técnicas aprovadas por um real Decreto-Lei de 22 de Novembro de 1 937 — XVI (n.º 2 105).

efeito sísmico máximo admissível; para uniformidade de procedimento toma para os cálculos como base as mesmas cargas de segurança usadas na construção corrente; adopta para os pisos elevados uma armadura de maior secção [1] para ter em conta «o maior perigo que tem as partes altas da construção»; assimila os efeitos das componentes verticais do movimento sísmico a choques mecânicos e daí o considerar na determinação da correspondente força sísmica não a aceleração máxima (vertical) mas um valor mais elevado tal como se faz quando se consideram cargas dinâmicas. São estes, em resumo, os conceitos fundamentais aceites naquela memória italiana.

Considera ser de atender na elaboração de normas o conhecimento das dimensões dos edifícios que sairam ilesos de grandes tremores de terra, a vantagem de concentrar as reacções estáticas dos edifícios num «esqueleto» construído de materiais resistentes por sua própria natureza aos esforços de tracção e cortantes, e finalmente faz realçar a importância que assume o «entrelaçamento» dos elementos de preenchimento (paredes e tabiques) com aquele «esqueleto».

Aquela concentração de cargas no «esqueleto» obtém-se por meio de uma armadura colocada convenientemente. As «gaiolas» de madeira (ou aço) devem ficar embebidas nas «paredes e tabiques».

A estabilidade à acção ondulatória é apresentada com resultados de carácter prático e de imediata aplicação a cálculos muito simples.

Em edifícios de pouca altura, estas normas são preferíveis à aplicação de regras empíricas de dimensionamento de «gaiolas» antisísmicas [1]. Na *construção urbana moderna,* o estudo da estabilidade das edificações deve ser encarado como problema de engenharia e como tal tratado, embora não possamos desconhecer do amparo que durante longos anos as *regras de arte,* com os seus «segredos» deram. Logo que possamos passar para o campo científico o devemos fazer [2]. Na época actual — 1 950 — já estamos suficientemente avançados em conhecimentos para que com mais foros de contacto com a realidade se domine a questão.

O verdadeiro caminho é a investigação teórica [3]; desconhecê-lo é estagnar.

---

(1) No edifício de alvenaria é incorporada uma armadura metálica que está prevista para absorver os esforços sísmicos; aos esforços de compressão resiste o material da alvenaria.

É a ideia fundamental do emprego do betão armado. A propósito, é interessante notar que, ao contrário do que geralmente se supõe, a ideia da compensação com ferros da pouca resistência à tracção da alvenaria já luzira em 1 826. Vid. F. Stüssi «*Un Rapport Inconnu de Navier*» *in* memórias da *Int. Ver. für Bruckenbau und Hochbau*», Zurich, 7.º vol. 1 943/44.

(1) No Sistema J. Tombu existe uma armadura metálica que dá qualidades antisísmicas aos edifícios. Vidè *Técnica* n.º 163.

(2) Quer nos E. Unidos, quer na Inglaterra, algo se tem indagado das possibilidades de fazer intervir a engenharia no cálculo de pequenos edifícios. Começa a adoptar-se o cálculo estrutural nos projectos de *casas de habitação.*

Os métodos convencionais de construir serão substituídos por outros de carácter mais científico e o emprego de novos materiais se possibilita. São de proveitosa consulta os folhetos: *Strength of Houses* — by Herbert L. Whittmore, J. B. Cotter, A. H. Stang and V. B. Phelan, Building Materials and Structures Report 109, National Bureau of Standards. Superintendent of Documents, Washington, D. C. *Structural Requirements for Houses* — by F. G. Thomas National Building Studies, Special Report N.º 11, H. M. Stationary Offices, London.

(3) Note-se bem que não temos em vista levar o leitor a desprezar completamente critérios da índole dos que presidiram à elaboração das normas italianas. Revelam muito esforço, bom senso e, diga-se sem receio, muito saber. No entanto tais normas se tornaram perniciosas se fossem aceites *ab imo pectore* e se contribuissem para a paralisação da investigação no campo da protecção antisísmica.

Muitas vezes poderá suceder que os progressos no campo da investigação conduzam a métodos de cálculo mais exactos que obriguem a abandonar cómodos e, por repetidos, rotineiros cálculos que pouco se afastam da obediência pura e simples a regulamentação, por vezes, também por comodidade, antiquada. Há a considerar essa resistência passiva como sério entrave para o progresso da ideia em vista — velar e corresponder à confiança de milhares de ingénuas vidas que habitam esse casario de Lisboa sem suspeitarem do menor perigo. Temos a convicção de que a *possibilidade de iniciativa está* em grande parte *nas mãos* de quem tem a responsabilidade dos gabinetes de estudo isto é de *quem projecta.*

As sobrecargas sísmicas podem ser introduzidas nos cálculos de estabilidade dos projectos por iniciativa ex-

É a defesa antisísmica organizada com medidas diversas abarcando planos de evacuação de populações, ataque a incêndios, demolições, socorros de urgência em massa, etc. Nalguns intervém indirectamente a engenharia civil, noutros não. Do que não resta dúvida é que o sector analisado — edificação à prova de abalos de terra — tem iniludível acuidade. Não é um problema trivial, mas não deixa de ser um problema de engenharia, de primeira importância e que *exige imediata e eficaz solução.* Muito grato nos seria constatar que exageramos.

Devemos fazer todo o possível para investigar a teoria com muito cuidado para descobrir a natureza de um edifício seguro e económico, aconselhava o professor T. Naito.

O projecto de um edifício antisísmico é um problema que merece o melhor estudo, em que *«as suposições ligeiras não bastam»*. afirma H. A. Dewell.

---

clusiva dos seus autores; quem assim proceder será efectivamente a quem cabe a honra de iniciar uma nova era na construção urbana em Lisboa. Não reconhecer este direito ao engenheiro é negar-lhe a dignidade da sua profissão; nenhum administrador ou proprietário a tal se atreverá.

Não se deve deduzir do afirmado uma inata descrença na intervenção oficial, em particular da administração municipal mas sim a confiança, por conhecimento directo adquirida, no valor, saber e espírito de independência de engenheiros afectos à construção civil que não carecem da *imposição* regulamentar para que, se a sua consciência profissional o exigir, materializem nos seus projectos a prova de que não andam alheios ao acertado aviso do conde Montessus de Ballore *«le sol tremble fortement la seulement ou il tremble fréquemment et vice-versa»*. E, nunca poderia assaltar o meu espírito a ideia de desamparo oficial a tam melindrosa e importante questão se, ainda no passado mês de Outubro no II Congresso das Capitais do Mundo, em Lisboa realizado, o próprio Município da capital não esqueceu este problema fazendo incidir pela voz dum seu representativo engenheiro, o Senhor Mariano Bravo a atenção dos congressistas para a obtenção da segurança neste campo. Em Lisboa, quase que cada edifício é um padrão erguido sobre escombros ao terramoto de 1 755.

Quando digo Lisboa não me refiro só à chamada «Cidade baixa».

Se é certo que aqui o Paço da Ribeira (na zona da actual Praça do Comércio), o Hospital de Todos-os-Santos (lado oriental do actual Rossio) ficaram arrasados também não é de olvidar que por exemplo da igreja de S. Jorge de Arroios, situado junto do imponente centro de desenvolvimento urbano ao norte da Alameda Afonso Henriques não ficou pedra sobre pedra.

De resto, o país não se reduz só a Lisboa e em muitas cidades da província imóveis importantes se erguem. Há, de facto, devemos confessá-lo uma grande relutância em nos convencermos de que Lisboa sofrerá pelos séculos fora tam terríveis transes.

Então, perante uma realidade de horror causado pela instabilidade, aqueles que escaparem poderão corroborar a descrição expressiva do infatigável viajante Alexandre de Humboldt que tentamos reproduzir: «No meu entender, diz o proeminente autor do *Cosmos,* a impressão causada não dimana do facto de acudirem em tropel à nossa imaginação as imagens das catástrofes de recordação conservada pela História.

O que nos surpreende é que prontamente perdemos a confiança, em nós inata na estabilidade do solo.

Desde a infância que nos acostumámos ao contraste entre a mobilidade da água e a imobilidade da terra, todos os testemunhos dos nossos sentidos nos tinham confirmado tal segurança. Basta o solo tremer para que neste momento se destrua a experiência de toda a vida. De repente se revela uma potência desconhecida, vemos, num instante que a calma da Natureza não era mais do que uma ilusão e sentimo-nos violentamente lançados num caos de forças assoladoras. Então não há ruído ou brisa que não nos sobresalte; desconfiamos sobretudo do solo que nos sustenta...

«Todo o tremor de terra é para o homem um perigo indefenível, mas sempre e em toda a parte ameaçador.

É fácil afastar-se dum vulcão, pode-se fugir de uma torrente de lava mas, para onde escapar quando a terra treme? Onde quer que se ande crê-se andar sob um foco de destruição».

O imprevisto do fenómeno semeador de pânico, e o alastrar dos incêndios com que termina explicam o carácter catastrófico desta tragédia natural que em versão recente já utilizou aviões lançando bombas sobre as zonas sinistradas onde não havia sobreviventes para incinerar os cadáveres, (medida iniciada em 10-8-1 949 após o terramoto na República do Equador). A distância é impossível ajuizar do estado de espírito que se segue a uma calamidade destas cujo único fruto é verificar-se que a solidariedade humana é uma realidade.

O terror que se apodera dos espectadores dum tremor de terra com carácter catastrófico pode ser avaliado, embora não compartilhado em emoção; só assim se compreende que a família real portuguesa, a quando do terramoto de 1 755 tendo ficado com os Paços da Ribeira destruídos «não desdenhou de ir viver em barracas para a quinta de Belém, e a *muito custo* se conseguiu que fosse habitar um edifício no Alto da Ajuda, com a condição porém que fosse de madeira» (L. Mendonça e Costa). Foram desprezadas as severas exigências da etiqueta do séc. XVIII em benefício da tranquilidade psíquica e segurança física da régia família. Em 1 794 este «paço antisísmico» ardeu e no seu lugar se construíu o actual Palácio Nacional da Ajuda.

Em 1 929, um distinto engenheiro argentino afirmava, após o desastre de Mendoza, em documento enviado ao supremo magistrado da sua Nação que se 20 anos atrás a construção antisísmica era difícil e custosa o mesmo então se não dava visto o betão armado ter resolvido o problema antisísmico sem nenhuma dificuldade; não hesitou em afirmar que *«se puede edificar contra temblores en condiciones de absoluta seguridad, dentro de um costo razonable»* (1).

Mais vinte anos se passaram desde então.

As regras práticas para construção à prova de tremores de terra a bem pouco se reduzem e limitam-se a realizar o edifício de modo a aproximá-lo tanto quanto possível da esquematização teórica sobre que incidiram os tratamentos analíticos apresentados. O edifício quer flexível quer rígido tem de apresentar o carácter monolítico; tem de se comportar como um todo e ter a necessária coesão para que se afaste durante o abalo a possibilidade da sua desagregação.

O edifício destina-se, sob o aspecto aqui encarado, a vibrar em globo.

O carácter monolítico é condição insuficiente se no projecto se não encarou a acção da *sobrecarga sísmica*. O edifício antisísmico deverá ser uma construção monolítica de resistência, comprovada pelo cálculo, a uma acção sísmica padrão cujas características serão determinadas por exploração probabilística de elementos informativos acerca do comportamento sísmico do solo de implantação.

Em geral, ao projectar à prova de abalos de terra, deve estar presente a conveniência da *leveza dos elementos elevados* em especial da cobertura a *perfeita interligação* dos elementos estruturais entre si e com os elementos de compartimentação e vedação interligação esta a que os elementos de fundação não serão alheios. O edifício a popularizar será pois um edifício em betão armado, com estrutura porticada, fundações em betão *armado* e generosamente calculadas (para evitarmos pressões elevadas sobre o terreno); os elementos de fundação devem ser ligados por elementos de betão igualmente armado havendo continuidade de armadura em toda a fundação que apresentará o aspecto de uma *viga composta* de elementos indeformáveis (1) (triangulares).

---

(1) G. A. Villanueva, *«Plan financiero para la reedificación de San Juan»*, in La Ingenieria, Buenos Aires, 1 944, Abril.

São desta representação as linhas seguintes «Mendoza y San Juan, especialmente la primeira, tienen ya una importante cuantidad de edificios antisísmicos, pero en mínima proporción respecto del total de lo edificado; talvez detenga el avance de esta manera de construir, la ignorancia, de las gentes, pero mucho más que eso, se apone la falta de recursos para hacerlo.

En general, y esta es una observación muy importante, los proprietários edifican su casa-habitación con precauciones antisísmicas, más o menos eficaces, pero prescinden de ellas en absoluto, en las construcciones que destinan para renta, es decir, la *vivienda del pobre* y los locales que se alquilam a las casas de comercio, para diversones públicas, etc., lo mismo qui en las *modestisimas habitaciones rurales*. La catástrofe reciente, no afectó a la gran bodega Arizú, cuyos edificios y cisternas para depósito de vinos, son hechos a prueba de terremotos, pero destruyó totalmente las casas, desde la del administrador de la bodega, hasta el más humilde rancho: indudablemente ha tenido alli, más importancia la preservación del vino, que la de la vida de miles de seres humanos!»

Todos os edifícios, quer de habitação quer públicos merecem atenção quanto a defesa contra tremores de terra. Mas permita-se-nos em especial lembrar os hospitais e as prisões, nestas últimas, em especial, a visita dum sismo toma proporções desumanas e trágicas, com sabor a naufrágio de galé com os condenados acorrentados. Outras instalações tais como as dos jardins zoológicos onde feras, ofídeos e animais venenosos se exibem, particular cuidado devem merecer para que as resultantes preocupações não venham completar o coro da tragédia. Não devemos também esquecer que, de segurança devem ser os laboratórios onde virus violentos ou animais inoculados estão a ser observados. E se umas instalações devem ser seguras, para evitar os seus directos atentados à vida humana outras, tais como os depósitos elevados, o devem ser para que não falte a água no momento próprio. As falhas na rede de distribuição de água são responsáveis, em parte de leão, pela grandiosidade da tragédia Há estudos avançados sobre a acção das sobrecargas sísmicas sobre as barragens e sobre as pontes cuja destruição acarretaria incomportáveis sangrias económicas; se nestas a acção sísmica se considera porque desconhecê-la no tocante à salvaguarda da vida humana? É um problema de interesse geral que não me permito encarecê-lo tam claro e evidente êle é. Interessa a todos, desde o lá fora chamado homem da rua, até aos estadistas que se veriam a braços com complexos problemas de ordem política, económica e social, hoje mais agudos do que na época pombalina.

(1) Permitimo-nos sugerir que se calculem os elementos de ligação de modo a suportarem em tracção ou com-

As acções sísmicas sobre os pilares de ângulo, acentuam-se de modo que as fundações destes devem ser dimensionadas com a maior generosidade e com os pormenores de execução bem estudados [1]. São de banir as fundações a pequena profundidade.

Paredes de betão armado em diagonal com reforço eficaz na periféria das aberturas devem ser previstas.

A rigidez junto dos pilares de ângulo traz grande solidez à respectiva fachada.

Projecto minucioso, técnica cuidada na construção [2] e rigorosa selecção dos materiais constituem o campo de intervenção da engenharia civil no problema da segurança da construção contra as arremetidas sísmicas.

Numa cidade moderna a concepção dos edifícios, tem necessàriamente de incorporar um mínimo de condições estéticas, na impossibilidade de serem todos... jóias arquitectónicas.

É assim ou, à vontade o afirmamos, se não é devia sê-lo. O edifício urbano não pode escapar à disciplina arquitectónica. Seria regressar à barbarie.

Daqui se infere que em defesa antisísmica o papel do arquitecto tem especial relevo, embora dum modo indirecto, como se vai ajuizar pelo que se segue. Assim a concepção superior da obra manifesta-se logo na planta e nos alçados.

Ora são contraindicados os edifícios com planta em L ou em U pois na zona de junção de dois corpos cargas dinâmicas elevadas se poderão produzir devido aos diferentes períodos de oscilação dos mesmos.

É de aconselhar também a uniformidade da altura dos corpos da edificação evitando-se tanto quanto possível os torreões, as pesadas cornijas, etc. por razões que resultam óbvias.

As aberturas devem ser reduzidas a um mínimo compatível, claro está, com as imposições arquitectónicas, que não se podem divorciar das de habitabilidade do imóvel. No entanto não se pode, ou, pelo menos, não se deve asfixiar o talento de quem concebe a obra com uma plètora de sujeições. Assim, se razões arquitectónicas exigirem diversas unidades, os cuidados da engenharia deverão encaminhar-se no sentido de obstar a que durante a crise sísmica se produzam as acções de choque mecânico de resultados sempre funestos.

É um problema mais complexo mas não deixa de ser um problema de engenharia.

Se, edifícios contíguos forem de massas muito diferentes ou muito diferentemente distribuídas e se, como é normal, não estiverem convenientemente ligados podem entrechocar-se com violência destruindo-se. Convém pois neste caso em que o *ideal de simetria e de distribuição de massa* se não possa atingir estabelecer unidades construtivas com ligações reforçadas, a fim de obrigar o conjunto a oscilar como um todo, ou então separá-las suficientemente para que ao oscilar não colidam ligando-as por estruturas frágeis às quais se limitem os estragos.

O Arquitecto que ao conceber a sua obra se não se divorciar totalmente dos princípios que informam o conceito de *segurança antisísmica* muito poderá facilitar a ulterior exploração daqueles princípios pela ferramenta analítica do engenheiro. A natural associação entre a arte e a técnica impõe a consequente colaboração entre o Arquitecto e o engenheiro para realização do lar, abrigo do agregado familiar, base da civilização.

Algures diremos das possibilidades de actuação do engenheiro em outros sectores da organização efectiva da defesa antisísmica.

* * *

Não resta dúvida que Portugal (Continente e Açores) é um país sísmico.

Sérios avisos têm dimanado de eminentes

---

pressão $\frac{1}{10}$ do esforço vertical do pilar mais carregado, não esquecendo a comparticipação na distribuição de momentos que lhe competir.

(1) O que exige além de bons encarregados também *operários especializados*.

(2) Ver «*Reforzando un edificio para resistir terremotos*» na Ingenieria Internacional, Out.º 1 939; New York, e artigos dispersos pela colecção de *Engineering News Record*, por exemplo, Março 3, 1 949, Set.º 2, 1 948, *Nature*, Londres, WC 2, *Bulletin* of *the Earthquake Research Institute*, Tokio Imperial University, Tokio, *Bulletin* of *the Seismological Society of America*, Stanford, Cal.

homens da ciência sismológica portuguesa [1] lembrando a necessidade de uma construção apropriada; estes avisos são dirigidos — pois não vejo quem melhor os possa considerar e atender — aos engenheiros.

Não é faceta caracterìsticamente portuguesa o facto de, em geral, o engenheiro se alhear aos estudos de defesa antisísmica; todos os sismólogos clamam contra tais atitudes incluindo os japoneses.

Aqui fica, firmada por engenheiro, a gratidão aos geólogos e geofísicos portugueses que alertaram a nossa consciência. Uma salutar reacção não se fará esperar, estamos nisso confiados.

Quere-nos parecer, que para os grandes imóveis, deve ser adoptada a estrutura em betão armado, *em que não foi olvidada a acção sísmica no programa de solicitações, base dos cálculos da estabilidade.*

Neste ponto nunca nos arrependemos de insistir.

É bom notar-se que o betão armado é paradoxalmente «*a melhor e a pior das coisas*»; de facto, se não for considerada a sobrecarga sísmica, e se, além disso, pesados elementos construtivos não apresentarem a interligação característica da construção antisísmica [2], ficando livres à acção de forças de inércia de gigantescas proporções então, naquelas condições, o edifício de betão armado se transformará nos mais horrorosos escombros.

Não é ousadia irrelevante afirmar que, edifícios concebidos em absoluto desdém pelas possibilidades de novas manifestações da actividade sísmica, e contendo megalíticos elementos de betão armado por assim dizer abandonados, por falta da necessária interligação clássica — monolítismo — na construção antisísmica, ao convulsionar da Terra são a forma mais perigosa e a que não desdenhamos de chamar *auto destruidora* de construção. É inegàvelmente mais segura a construção pombalina e até a boa construção, com perfeito travamento e boa argamassa, e alvenaria. E muito triste seria que o europeu do século XX estivesse menos seguro que o índio azteca que há séculos construia as suas habitações de alvenaria com aparelho antisísmico...

Para as construções mais modestas de alvenaria, julgamos ser de exigir a construção antisísmica portuguesa convencional com todos os preceitos, vindos da tradição pombalina, e que a citada comissão de 1 909 revigorou, completando-a.

Claro está que o «esqueleto» poderá não ser de madeira como geralmente o não é nos inúmeros modelos patenteados de construção antisísmica e que, em última análise, são versões da construção portuguesa à prova de terramotos do século XVIII.

É pois de aceitar, em conclusão o seguinte:

—que, para os grandes imóveis de elevado número de andares, é aconselhável baseá-los numa estrutura em betão armado, *com a sua estabilidade garantida pela a evocação das forças sísmicas.* O carácter destas exige, como é óbvio, o monolitismo.

—que, para as casas de habitação de alvenaria, e em geral para as habitações de gente de posses limitadas é

---

(1) Ver a obra grandiosa de Bensaúde, Francisco Luís Pereira de Sousa, Paul Choffat, entre os mortos ilustres e Anselmo Ferraz de Carvalho, Raul de Miranda, sismólogos eminentes de firmado renome, felizmente vivos; não esquecemos também o sábio José Agostinho, tenente-coronel de Artilharia e que, na bem portuguesa Angra do Heroísmo, superiormente dirige o serviço metereológico. Durante a última conflagração — 1 939-1 945 — os cientistas americanos que vinham instalar nos Açores um serviço metereológico próprio retiravam, «com armas e bagagens», como soi dizer-se, ao de visu constatarem *a indiscutível superioridade dos serviços portugueses* dirigidos por tão modesto como profundo homem de ciência

(2) No terramoto que assolou Tóquio em Setembro de 1 923, o edifício Nagai sofreu completo desmoronamento. Refere Suyehiro: «The construction, in general, was very defective, the structural design being boldly copied from that in vogue in an aseismic country. *The footings were independent* of each other; no substancial partition walls where provided; the *beams were loosely connected* to the pillars; reinforcement bars were not properly joined; and the stirrups were deficient in number. *In short, no precaution was taken to provide against a severe earthquake.* The building suffered the fate it deserved». Este edifício tinha estrutura de betão armado e alvenaria de tijolo como material de enchimento.

aconselhável reatar a tradição sísmica portuguesa do século XVIII, e suas versões modernas aperfeiçoadas com os modernos processos de construir.

—que, são de banir por perigosos e inapropriados os edifícios comportando *massas localisadas, relativamente independentes,* de betão armado.

A heterogeneidade resultante com tal sistema de construir é *absolutamente condenável.*

Estes edifícios, mais ratoeiras do que abrigos, em si contêm o germen de destruição.

E, para estes, quando a terra voltar à sua tranquilidade, aquelas desvairadas e opulentas massas de betão, em lajes tumulares se hão-de transformar depois de, com incrível impetuosidade, se terem desempenhado, da sua tarefa de demolição.

Nada as deterá, «*viresque adquirit eundo*».

A realidade mostra que a Terra se não compadece do mundo conturbado de hoje. Em Agosto de 1 950, o diabólico estrebuchar da terra em Assam, muda cursos a rios, atola lagos, cria pântanos, envenena os rios, soterra aldeias e do orgulhoso Everest já se não sabe a altura... O habitual incêndio que se segue aos terramotos é aqui substituído, com sinistra vantagem, pelas inundações devastadoras. E, se a terra não descança, não descancemos nós e evitemos construir prédios «*com arcabouço de impostura*» como alguém escreveu, com felicíssima expressão. E para aqueles que só nas bruxas acreditam venho lembrar-lhes que, no Reno, uma nova Veleda pressagia para 1 951 convulsões da Natureza como não há memória. Perdoem o gracejo e longe vá o agouro...

Parece-nos que se torna de cada vez mais oportuna a ventilação da presente matéria.

Assim, as clareiras abertas pelo camartelo municipal na parte baixa da cidade (Rua da Palma e Restauradores) podem e devem ser preenchidas e para isso decerto não contribuirá esta anotação, com edifícios que sejam a glória do Arquitecto e a marca inconfundível de espírito de compreensão da Administração se for exigida a construção à prova de abalos de terra, ou penhor admirável de ética profissional se for de motu-próprio, tomada tal providência.

Desta forma, pela primeira vez em Portugal, julgamos se tomarão medidas de protecção da vida humana, hoje mais preciosa do que nunca, sem serem reflexo imediato dum tremor de terra. Sem intuito de esquecer a acção pombalina de 1 755 e os trabalhos da Comissão de 1 909 não podemos deixar de, desde já, prestar perene culto a esse deus desconhecido que transforme, em trabalho de rotina a defesa antisísmica em Portugal.

Não obstante os progressos da ciência sismológica, os conhecimentos da experiência alheia, os recursos da análise estrutural, o estímulo e a consequente bemquerença pública, a protecção da Administração e, o que é principal, o sossego da consciência, a satisfação do dever cumprido, conjunto de factores tam atraente, como invulgar, o que é certo é que não se tem avançado na *efectiva adopção de meios de defesa.* Talvez esteja destinado a algum dos meus jovens leitores o resolvê-lo com «engenho e arte» ingredientes indispensáveis à alquimia da construção civil, amparado pelo espírito de Plínio, que incessantemente lhe repetirá: «*se tremeu, tremerá*».

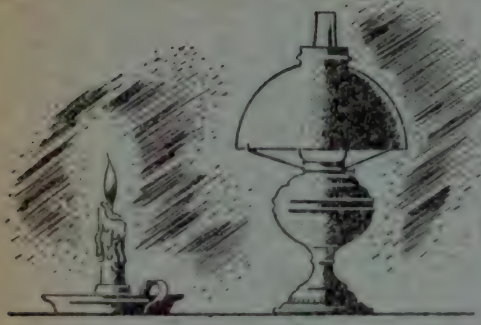
Nota final

Em face da deficiência da *nossa revisão* esperamos do benévolo leitor o cuidado de colocar a plica que falta à letra P nas expressões da página 76; esta letra P tomou o lugar de p na expressão (45) da pág. 83. É finalmente p^2 e não p^3 a forma que p deve ter na identificação do coeficiente A_1 na expressão (41). A primeira expressão, da coluna esquerda do texto em anotação da pág. 173 é

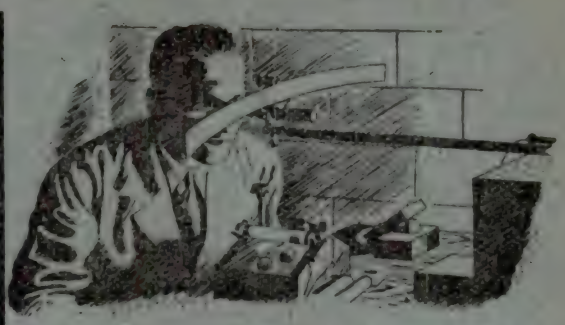
$$y_r = \frac{(12\ b + 6\ a)\ H^2}{\frac{\varepsilon_v\ b^3}{\varepsilon_h} + 8\ d^3} \cdot y_t$$

e não a que então escapou à nossa atenção.

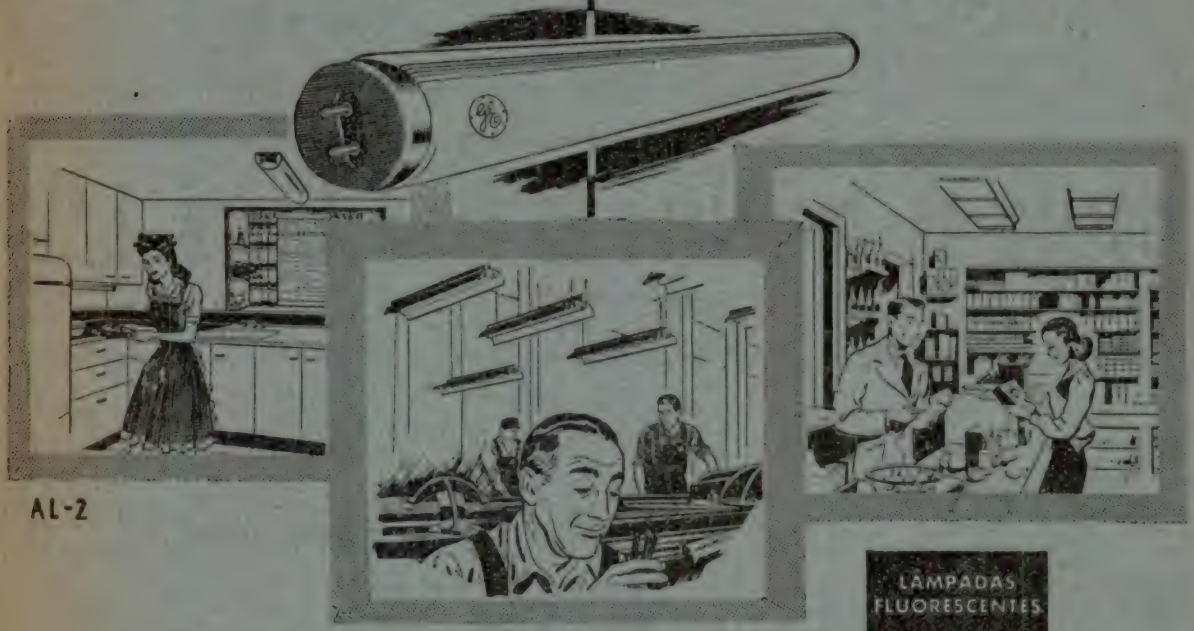
Proporciona uma VIDA MELHOR



Desde a simples vela à lâmpada fluorescente, o progresso da luminotecnia, representa uma vasta e laboriosa evolução. Os cientistas e engenheiros da General Electric colaboraram durante longos anos neste largo período de progresso, melhorando processos de iluminação artificial e aperfeiçoando lâmpadas e aparelhos para cada sistema e necessidade de iluminar.



Nos laboratórios da General Electric estudam-se cuidadòsamente todos os problemas de iluminação. Além de ensaios científicos e técnicos realizam-se neles, provas de funcionamento segundo condições equivalentes ao uso prático. Quasi tão importantes como pròpriamente o material de iluminação, são os delicados instrumentos de ensaio construidos pela General Electric, com o fim de conseguir lâmpadas de maior luminosidade e duração



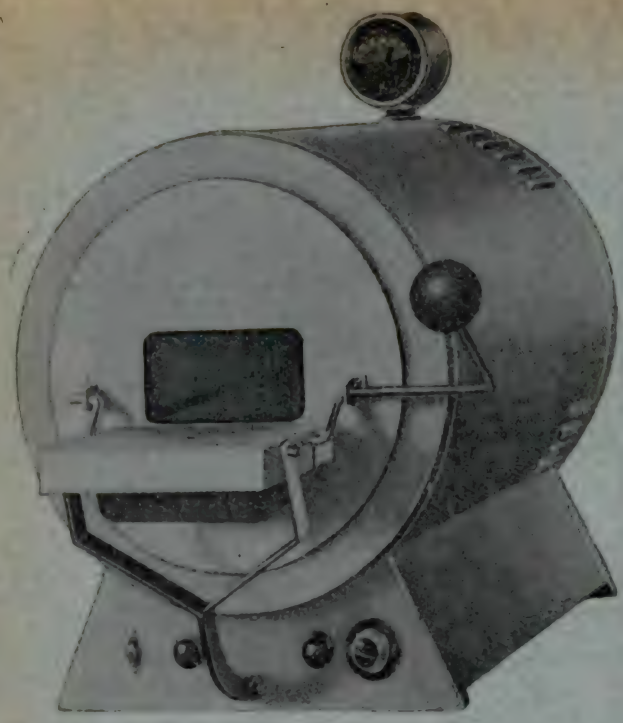
AL-2

É esta a razão pela qual a General Electric esteve sempre em primeiro lugar no progresso de todo o material de iluminação, para quaisquer condições de vida e de trabalho. Graças a êste esforço constante, pode hoje dispor em sua casa, no seu escritório, na sua oficina, fábrica ou estabelecimento comercial, das lâmpadas fluorescentes General Electric.

GENERAL ELECTRIC

PORTUGUESA

LISBOA: RUA DO NORTE, 5 E RUA DAS FLORES, 119 • PORTO: RUA SÁ DA BANDEIRA, 585



Heraeus

Fornos de mufla, estufas de vácuo bacteriológicas e em atmosférico

Material de vidro Schott, Pierox e nacional

Porcelana Staatlich - Berlin e nacional

Aparelhos: Potenciómetros, colorímetros, etc.

Fornecimentos completos para Laboratórios.

AURELIANO J. NEVES, L.DA

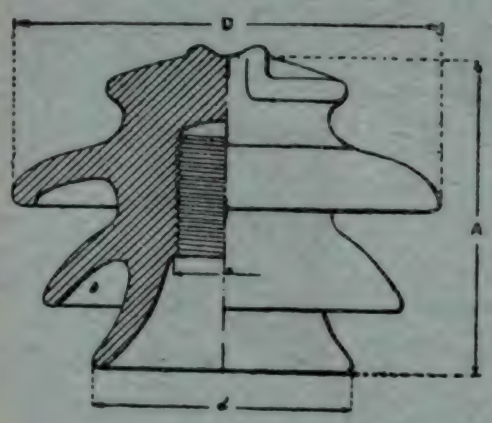
RUA DA PRATA, 234, 2.º

Telef. 2 8323

Fábrica de Porcelana da Vista Alegre, L.da

FUNDADA EM 1824

LISBOA — Sede: Largo da Biblioteca, 17 — Fábrica em Ilhavo — AVEIRO



Além de porcelanas domésticas e artísticas fabrica em larga escala

PORCELANAS
PARA USOS INDUSTRIAIS

E PORCELANAS
ELÉCTRICAS DE BAIXA E ALTA TENSÃO

DEPOSITOS:

LISBOA — Largo do Chiado, 18 — Rua Cândido dos Reis — PORTO

DO MUNDO TÉCNICO

I — Um exemplo de aproveitamentos hidráulicos no Estado do Texas (E. U. A.)

C. D. 551.482.4:621.31

A legislação do Estado do Texas tem subdividido as bacias hidrográficas dos seus principais rios (Colorado, San Jacinto, Brazos, Neches, Trinity e Sabine) em «distritos hidráulicos» de cujo aproveitamento integral ficam empossados certos organismos de carácter local e autónomo, as «River Authorities». Só no Rio Colorado há três destes distritos: Baixo (Lower), Médio (Middle) e Alto (Upper). É ao distrito hidráulico do baixo Colorado, à «Lower Colorado River Anthority» (LCRA), que nos vamos referir mas atitude idêntica à que vamos indicar está sendo tomada por todos os outros distritos que abrangem quase todo o Estado do Texas. Tal atitude está trazendo benefícios imediatos a todos os agricultores (farmers) e criadores de gado (ranchers) e, dum modo mais lato, a todo o Estado.

A LCRA foi criada em 1 935; a sua direcção é constituída por nove cidadãos do distrito nomeados pelo Governador. Foi-lhe conferido o poder de construir barragens, vender energia e dispender os lucros na protecção do solo (soil conservation) e no controle do caudal (flood control).

Quatro grandes barragens já foram construídas. São as representadas nas quatro fotografias juntas, com as características e disposição indicada na Fig. 5 e representando no seu conjunto uma potência hidroeléctrica de 172 350 KVA e uma capacidade de armazenamento de 3 690 milhões de metros cúbicos.

A construção destas barragens foi feita com uma reserva de fundos do Governo Federal. Agências federais prestam ainda auxílio a todas as «River Anthorities», mas estas são, dentro da área da sua jurisdição, o único agente activo.

O problema do assoreamento das albufeiras pôs em foco a necessidade da correcção torrencial. Por isso, em 1 948, a LCRA lançou um programa de protecção do solo contra a erosão no Vale do baixo Colorado. Para levar a efeito esse programa, encontra-se o distrito dividido em circunscrições, em cada uma das quais foi nomeado um conselho local de agricultores e criadores de gado para planear as operações e dirigir os trabalhos que lhe são conferidos; assim, enquanto numa circunscrição da zona de colinas o conselho é incumbido de empregar as niveladoras e outra maquinaria de terraplenagem na construção de plataformas que impedirão o solo de ser carreado para as albufeiras, noutra circunscrição da beira-rio o respectivo conselho serve-se de dragas para a limpeza do álveo. Estes conselhos dispõem de maquinaria adquirida pela LCRA; mas este equipamento não é suficiente para realizar em todas as propriedades dos 17 639 agricultores do

Fig. 1 — *Barragem de Austin*

Finalidade principal — Produção de energia. Altura, 30,5 m; Comprimento, 485 m; Nível da crista do descarregador, 150 m acima do nível do mar; Capacidade de albufeira, 24 600 000 m³; Potência eléctrica, 2 geradores de 7 500 KVA, cada um; Potência das turbinas, 20 000 HP.

distrito a obra de protecção; por isso a LCRA espera que, movidos pelo exemplo dos benefícios que a sua iniciativa está trazendo, esses agricultores façam aquisições próprias, em base individual ou cooperativa, de modo a poderem realizar com perfeição o programa lançado.

O outro objectivo principal da LCRA é fazer que os agricultores e criadores de gado cumpram os vários programas agrícolas e pecuários do Governo, o melhor possível. Com esse fim criou também em cada circunscrição (county) um «county Farm and Ranch Improvement Concil» ao qual fornece equipamento adequado a fim de incentivar o seu equipamento próprio. Embora reconheça que assim está intervindo em campos restritos da actividade de certas agências do Governo, reconhece também que, melhor que nenhuma delas, está em condições financeiras de poder comprar equipamento; por isso sente o dever de colaborar com elas sem lhes prejudicar a acção.

O dinheiro dispendido nestes programas provém

Fig. 2 — *Barragem de Mansfield (Marshall Ford) a 29 km a montante de Austin*

A principal da L. C. R. A. e a 4.ª do mundo. Altura equivalente a um arranha-céus de 27 andares. Comprimento, 2 400 m; Nível da crista do descarregador, 218 m; Nível de jusante, 150 m; Potência eléctrica, 3 geradores de 27 000 KVA, cada um; Potência das turbinas, 102 000 HP.

Fig. 3 — *Barragem de Buchanan, a 100 km a montante de Austin*

Finalidades — amortecimento de cheias, armazenamento e produção de energia. Altura, 45 m; Comprimento, 3 250 m; Nível da crista do descarregador, 310 m; Nível de jusante, 270 m; Capacidade de albufeira, 1 230 000 000 m³; Potência eléctrica, 2 geradores de 12 500 KVA; Potência das turbinas, 34 600 HP.

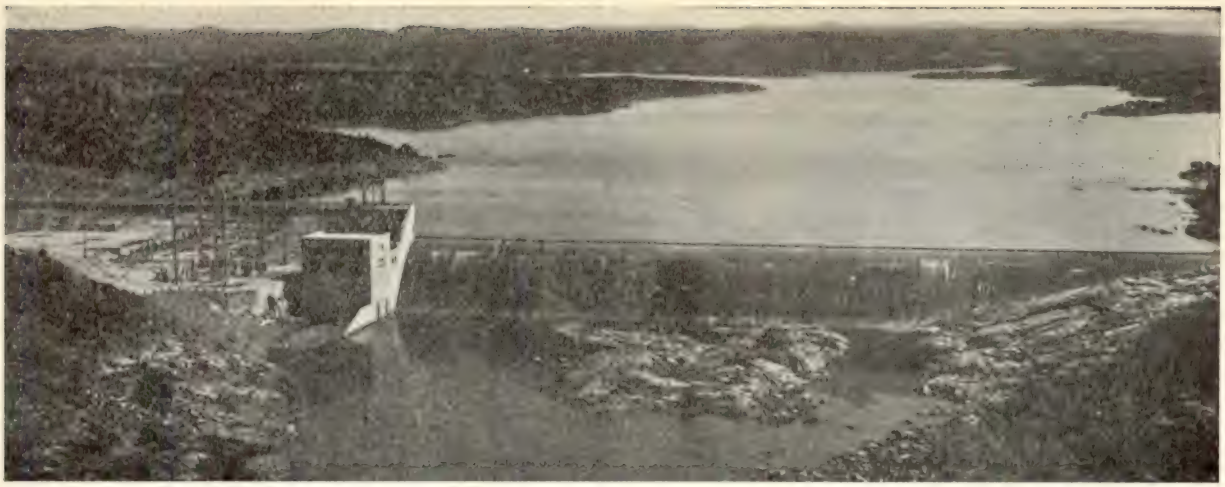


Fig. 4 — *Barragem de Roy Inks, 5 km a jusante de Buchanan*

A mais pequena da L. C. R. A. Altura, 30 m; Comprimento, 475 m; Nível da crista do descarregador, 270 m; Nível de jusante, 250 m; Capacidade de albufeira, 19 680 000 m³; Potência eléctrica, 1 gerador de 12 500 KVA; Potência das turbinas, 15 750 HP.

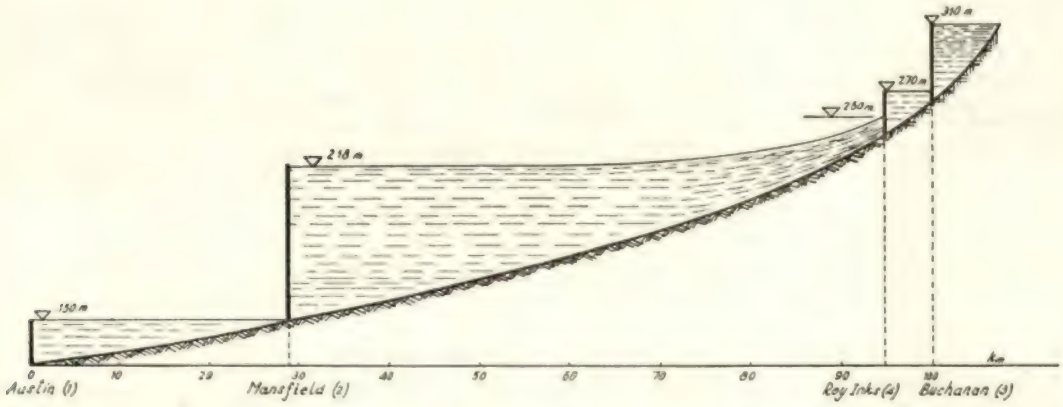


Fig. 5 — *Esquema da localização das barragens da L. C. R. A.*

de venda de energia, única fonte de receita de LCRA que não está sujeita a quaisquer espécie de apropriações ou impostos por parte dos Governos, quer estadual, quer federal. Essa energia é distribuída a empresas particulares, a municipalidades e a cooperativas REA (Rural Electrification Administration) que compram toda a venda. Um dos resultados do grande fornecimento de energia eléctrica barata é ser o distrito da LCRA uma das regiões melhor iluminadas do mundo.

Nas bases indicadas, que todos os distritos estão adoptando, procura-se estabelecer um processo modelar de auxiliar os agricultores e criadores de gado a tirar proveito das oportunidades e assistência oferecidas pelas agências do Governo.

(Adaptado de um artigo de John Mc Cully, publicado no número de Maio de 1943, do «Progressive Farmer» mensário do sul dos E. U. A.)

Tracção por corrente monofásica 50 per./seg.

C. D. 621.33.025.1

Transcrevemos a seguir alguns passos de uma conferência pronunciada em Portugal pelo Eng. L. H. Leyvraz que veio publicada na Rev. da Ordem dos Engenheiros, e de um artigo do mesmo autor e sobre o mesmo assunto publicado no Bulletin Oerlikon.

Sob o ponto de vista de instalações fixas e distribuição da energia, o sistema de tracção monofásico a 50 per./s apresenta grandes vantagens em relação aos outros sistemas (fig. 1); as linhas de tracção, no entanto, não têm sido electrificadas a 50 per./s devido às grandes dificuldades que se encontram ao procurar

um sistema motor eficiente, robusto e tanto quanto possível, simples.

O processo ideal é a utilização do motor série alimentado a 50 per./s; mas a obtenção de um motor para esta frequência não tem sido satisfatória, principalmente quanto às condições de comutação e aquecimento, num serviço duro como o de tracção.

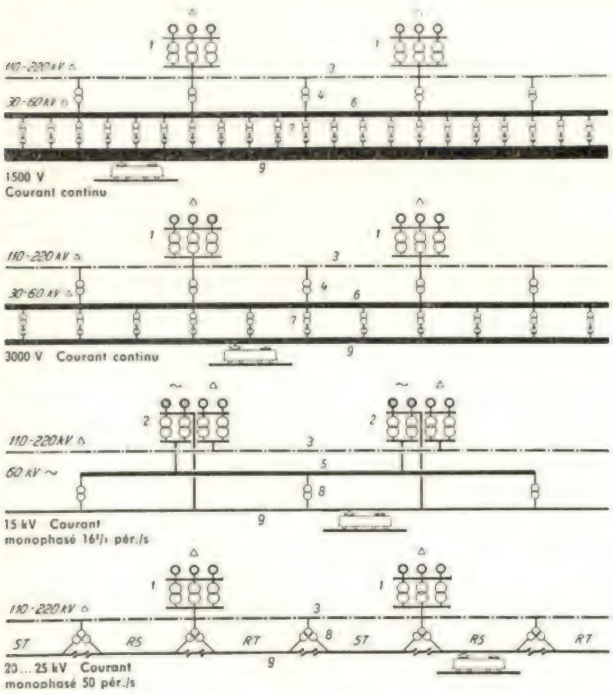


Fig. 1 — Comparação da repartição das sub-estações e das secções de cobre para os diferentes sistemas de tracção:

1 — Central da rede trifásica industrial
2 — Central com alternadores trifásicos para a rede industrial e alternadores monofásicos para tracção a 16 2/3 per./s
3 — Linha trifásica industrial, A. T.
4 — Transformadores trifásicos alimentando a rede de tensão intermédia
5 — Linha de transporte monofásica
6 — Rede intermediária trifásica
7 — Sub-estações com mutadores
8 — Transformadores monofásicos para alimentação de linhas de contacto
9 — Linhas de contacto.

As espessuras das linhas 5, 6 e 9 correspondem às secções de cobre; a escala para a distância entre sub-estações é mantida aproximadamente.

As principais dificuldades que se encontram são as seguintes:

Em igualdade de correntes máximas neste motor e no de corrente contínua, a comutação neste é mais severa por ter que se realizar em boas condições mesmo para a amplitude da corrente. Além disso, as variações do fluxo com o tempo, geram nas espiras do induzido forças electromotrizes (f. e. m. de transformação) que são curto-circuitadas à passagem das laminas sob as escovas; em marcha, é possível compensar estas f. e. m. pelo emprego do shunt ohmico dos polos de comutação (fig. 2), mas na paragem, não sendo possível neutralizá-las, provocam arcos violentos no colector.

Para um motor de tracção, a f. e. m. de rotação, é dada por

$$E_r = \frac{e_t}{\pi} \cdot \frac{f_k}{f} \text{ volt}$$

em que é

e_t = f. c. m. de transformação
f = frequência da rede
f_k = velocidade do colector em lam./seg.

Conclui-se que para uma determinada frequência de alimentação a f. e. m. de rotação fica limitada pelos valores que a experiência fixou como limites de e_t (comutação) e f_k (velocidade periférica do colector). Conclui-se ainda que quanto mais alta for a frequência da tensão de alimentação do motor, mais baixo será o limite de E_r e mais alta resulta portanto a corrente necessária.

Em particular, a corrente num motor à frequência usual de 16 $^2/_3$ per./s. seria $^1/_3$ da de um motor a 50 per./s; na realidade, para um motor a 16 $^2/_3$ per./s a corrente anda por 2 A/cv contra 4 A/cv no motor a 50 per./s.

O aumento da frequência provoca ainda um acréscimo de perdas no shunt ohmico dos polos de comutação, que passam de 1 % a 16 $^2/_3$ per./s para 9 % a 50 per./s; é possível, porém, reduzir estas perdas a 4 % com 50 per./s.

Estando o fluxo magnético por polo limitado pela f. e. m. de transformação, é necessário utilizar um elevado número de polos para obter uma potência alta; este facto, aliado à necessidade mecânica de não usar diâmetros grandes, provoca um encurtamento do passo polar e da distância entre linhas de escovas, tornando difícil a colocação dos porta-escovas a ponto de ter que duplicar o colector.

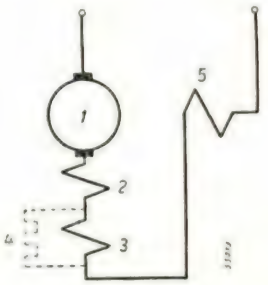


Fig 2 — Esquema do motor série:

1 — Rotor
2 — Enrolamento de compensação
3 — Enrolamento dos polos de comutação
4 — Shunt ohmico dos polos de comutação
5 — Enrolamento de excitação.

Apesar destas dificuldades de construção de um motor monofásico colector — série para 50 per./s, a Siemens construiu para a linha experimental alemã do Hoellenthal, em 1935, uma locomotiva com motores série alimentados directamente a 50 per./s. Utilizou, no

entanto, dois motores por eixo ligados permanentemente em série; o número total de polos é de 28, o que dava origem a grandes dimensões se estivessem colocados todos no mesmo motor; o colector tem o comprimento duplo para permitir a decalagem alternada dos porta-escovas, aumentando assim a distância entre eles; a velocidade periférica do colector atinge os 53 m/s. Verificou-se que a f. e. m. de comutação não está bem compensada em regime uni-horário, não sendo possível obter um funcionamento sem faíscas; este facto acarreta um maior desgaste das escovas e torna necessária uma revisão do colector por cada 60 000 a 80 000 Km.

Nesta linha do Hoellenthal foram ainda experimentadas uma locomotiva AEG e outra BBC que utilizam motores série de corrente contínua, empregando mutadores de refrigeração por água para a conversão da corrente; e uma locomotiva Krupp em que cada eixo comporta um motor monofásico de indução com rotor intermediário de excitação por corrente contínua, e um motor trifásico de anéis. As locomotivas com mutador constituem soluções caras e não estão ainda afinadas. A locomotiva Krupp não deu bons resultados, é muito complicada, não é suficientemente flexível e dá lugar a muitas avarias.

Em 1 933 entrou em serviço, na Hungria, uma linha electrificada também a 50 per./s, 15 KV. As locomotivas são todas equipadas com um convertidor de fase, sistema Kando, alimentado directamente pela tensão das catenárias; a regulação de velocidade faz-se por mudança de polos, havendo 4 velocidades síncronas; o arranque e a passagem duma posição à outra faz-se por meio duma resistência líquida. O convertidor de fase, de uma construção bastante complicada, tem um rotor de refrigeração por água e um stator de refrigeração por óleo, e trabalha com um factor de potência próximo da unidade; é uma máquina grande e com elevadas perdas no arranque, não convindo para serviços de automotoras ou com paragens frequentes. O sistema Kando tem além disso os defeitos de pequeno número de velocidades sincronas (mais económicas) e de fraco rendimento no convertidor, especialmente a pequena carga.

Desde o fim da última guerra os franceses têm seguido sistemàticamente a tracção monofásica 50 per./s do Hoellenthal e em particular têm submetido a locomotiva Siemens de motor directo a grande número de ensaios. Ensaios análogos empreendidos em linhas monofásicas 16 2/3 per./s dos caminhos de ferro alemães e austríacos permitiram à Société Nationale de Chemins de Fer Français (S. C. N. F.) apreciar as vantagens e as possibilidades da tracção monofásica em geral. A S. C. N. F. pôs-se em contacto com várias firmas construtoras para electrificar em França uma nova linha experimental a 20 KV, 50 per./s.

Os sistemas motores das locomotivas destinadas a esta linha têm as seguintes características:

Locomotiva Oerlikon: 1 motor monofásico colector-série por eixo, alimentado directamente a 50 per./s. A fig. 3 mostra as características de funcionamento desta locomotiva e já transcrevemos, no último número, uma notícia da revista «Suiça Técnica» com alguns detalhes sobre ela.

Locomotiva Alsthom: os motores de tracção, em número de 12, são motores monofásicos de colector-

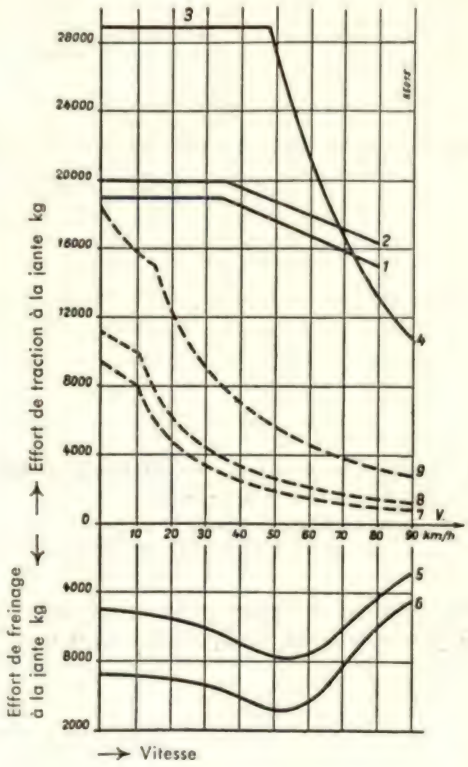


Fig. 3 — Características da locomotiva para os regimes de tracção e de recuperação (frenagem):

1 — Esforço de tracção em regime contínuo
2 — Esforço de tracção em regime uni-horário
3 — Esforço de tracção máximo
5 — Esforço de frenagem em regime contínuo
6 — Esforço de frenagem em regime uni-horário.

-série compensada, havendo dois motores por eixo, estando ligados permanentemente em 3 grupos de 4 motores em série.

Locomotiva Schneider-Westinghouse: em corrente monofásica, o transformador alimenta um motor assíncrono que acciona dois dínamos de corrente contínua, ligados em paralelo; estes debitam sobre 6 motores de tracção de corrente contínua, do tipo suspenso.

Os motores da locomotiva Oerlikon são de 630 CV cada, potência uni-horária, a que corresponde a corrente de 2 640 A. A solução adoptada para o motor comportar uma corrente tão elevada consistiu em utilizar um enrolamento multi-paralelo no induzido; no indutor, a corrente também foi dividida em vários troços paralelos, de maneira que as correntes parciais e as secções de cobre, não são maiores que num motor a 16 2/3 per./s. O arrefecimento do colector foi reforçado de tal maneira que o aquecimento resultante fica bastante afastado do limite admissível.

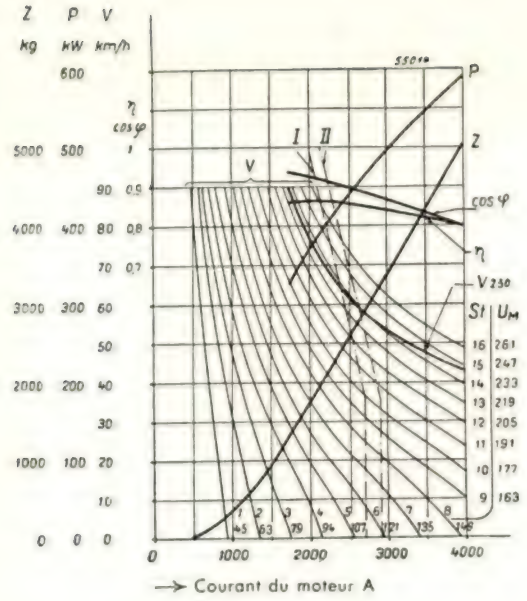


Fig. 4 — **Características dos motores de tracção da locomotiva Oerlikon para a S. N. C. F.**

St — Contacto de regulação
U — Tensão aos terminais do motor com 2 400 A.

Os ensaios confirmaram as características da fig. 4. Sob o ponto de vista de aquecimento, o motor mostrou-se folgado. A comutação revelou-se comparável à de um bom motor 16 2/3 per./s, mesmo até à potência de 1 000 CV atingida em sobrecarga; o colector suporta sem dificuldade arranques a partir de paragem

Fig. 5 — **Colar porta-escovas dos motores Oerlikon de 630 CV, para tracção.**

completa com a intensidade máxima sem que resultem marcas perceptíveis. O rendimento é de 87,5 % comparado com 90,5 % a 16 2/3 per./s e o factor de potência 0,89 contra 0,98 a 16 2/3 per./s.

L. H. Leyvraz, «Rev. da Ordem dos Engenheiros», n.os 80 e 81 e Separata de «Bulletin de Oerlikon», n.º 283

BIBLIOTECA

PUBLICAÇOES PERIÓDICAS

C. D. 33

Economia e Finanças (Anais do Instituto Superior de Ciências Económicas e Financeiras).

1 949, vol. XVII, pág. 493.

Entre muitos outros assuntos encontra-se:

— A Economia e a Cultura — prof. Armando Gonçalves Pereira.

— Quelques notes sur la Suisse et les Suisses — prof. Armando Marques Guedes.

— Um grande pequeno país: a Bélgica — prof. António Maria Godinho.

— Noção de Previdência Social — prof. Beirão da Veiga.

— Habitações operárias — dr. Cardoso Torres.

— Formação Social dos Trabalhadores — dr. Felner da Costa.

— Corporativismo — prof. Pires Cardoso.

Sobre o artigo «Uma Escola Corporativa» há uma crítica bastante desenvolvida na «Revista de Economia» de Março de 1 950 a pág. 54/58.

Esta publicação é a compilação das melhores lições dadas pelos prof. do ISCEF durante 1 949.

C. D. 338[31]

Estatística Industrial.

Instituto Nacional de Estatística.

1 949, vol. 1, pág. 465.

As estatísticas industriais são grandes elementos de orientação para os técnicos. Perante elas é mais fácil tomar decisões acertadas na execução de qualquer tarefa.

No entanto há ainda muitos técnicos que não têm a noção disso e, quando chamados a orientar a produção de qualquer unidade industrial, vêem-se em sérios embaraços para levar a bom fim o que se lhes exige.

A «Estatística Industrial» dá-nos uma ideia de conjunto das possibilidades da nossa indústria.

C. D. 387[31]

Relatório (Vol. II, Elementos Estatísticos do ano 1949).

Aministração Geral do Porto de Lisboa.

1 949, vol. I, pág. 302.

REVISTAS

C. D

Análise, n.º 25 . . . . . 016:53/54+62
Boletim Mensal de Informação — «Laboratório de engenharia civil», n.º 20 . . . . 025.45:016:62+66/69
Mensário das C. do Povo (S. N. I.), n.º 54 . . (05) (061)
Britain to-day, n.ºs 157, 158, 161, 162, 163, 164 (1 949) 165, 166, 167, 168, 169 . . . . . (05) (43)
Estudos (C. A. D. C.) n.ºs 290, 291 . . . . . 1/2+8
Vértice, n.º 87 . . . . . 1/3+7/8
Brotéria, Fac. 6 . . . . . 1/3+7/8
Le Courrier, vol. III, n.º 11 3
Estatística Industrial, 1 vol. (1949) 31:338
Relatório da Administração Geral do Porto de Lisboa, vol. II 31:351.82
Activinade Económica de Angola—Angola, n.º 26 31:38
Economia e Finanças (Anais do ISCEF), vol. XVII, 1949 . . . . . 330.(05) :378
Boletim Oficial do Governo da Colónia de S. Tomé e Príncipe, n.ºs 43, 44, 45 352
Boletim da Junta de Export. de Angola, n.º 12 372.6 (673)
Gazeta dos Caminhos de Ferro, n.ºs 1511, 1512, 1513 385
Bull. du Congrés des Chemins de Fer, n.º 12 . . . 385
British Science News, n.ºs 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27 . . . 5+6
Science et Vie, n.ºs 399, 400 . . . . . 5+6
Gazeta de Matemática, n.º 46 51

C. D.

Indústria Portuguesa, n.ºs 271, 272, 273 . . 62+66/69
Revista da Ordem dos Engenheiros, n.º 81 62+66/69
Revista do Clube de Engenharia, n.º 169 . . 62+66/69
Revista Industrial y Fabril, n.º 49 . . . . . 62+66/69
Engineering, 4426, 4427, 4428, 4429, 4430, 4431 62+66/69
Ciencia y Tecnica, n.º 581, 582 . . . . . 62+66/69
Dyna, n.º 11 . . . . . 62+66/69
Revista Electrotécnica, n.ºs 11, 12 . . . . . 621.39
Electricité, n.ºs 166, 167 . . . . . 621.3
L'Electrotecnica, n.ºs 6, 7, 8, 8 bis, 9 . . . . . 621.3
Bulletin Oerlikon, Separata do n.º 285 . . . . 621.3
Técnica Brown Boveri, n.º 3, de 1950 . . . . . 621.3
Revue Brown Boveri, n.ºs 6 . . . . . 621.3
Asea Journal, n.º 11 (1950) 621.3
Asea-Revue, n.ºs 5-6 (1950) 621.3
Compressed Air Magazine, n.º 11 . . . . . 621.5
Máquinas e Metais, n.º 59, 60 . . . . . 621.9+546.3
Chronique des Mines Coloniales (La) n.ºs 171, 172, 173, 174 622
Anais no Club Militar Naval, Abril-Junho (1950) 623
Revista de Obras Públicas, n.º 2828 . . . . 624/628
Ossature Metalique (L'), n.º 12 (1950) 1 (1951) 624.014
Civil Engineering, n.º 534 . . . . . 624/628
Bulletin Technique de la Suisse romande, n.ºs 24, 25, 26 . . . . . 624/628+72

C. D.

Excavating Engineer, n.º 11 . . . . . 624.13
Recherche Aéronautique (La), n.º 18 . . . . . 629.13
Aeroplane (The), Nov. n.ºs 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058 . . . . . 629.13
Aircraft Engineering, n.º 252, 258, 262 . . . . 629.13
Agros, n.º 4 63
Boletim da Junta N. da Cortiça, n.º 144, 145 . 634.985.5
Ion, n.º 112 66
Revista Industrial e Fabril, n.º 50 . . . . . 66/68:611
Metallurgia Italiana (La), n.º 10 669
Metallurgia, n.ºs 253, 254 669

C. D.

Cemento y Hormigón, n.º 200 . . . . . 666.9
Cemento Portland, n.ºs 18, 19, 20, 21, 22 666.942:691,5
Cimento e Concreto, n.º 61 (1950) 666.94:691.5
Tecnica Metalurgica, n.º 53 . . . . . 669+624.014
Plastics Bulletin, n.º 47 . . . . . 679.5
Industrie des Plastiques Modernes, n.º 7 . . . 679.5
Urbanismo, n.º 3-4 711
Arquitectura Portuguesa, n.º 161 72
Arquitecto Constructor (El), n.º 702 72
Juventude Musical Portuguesa — Boletim Mensal, n.ºs 1, 2, 3 . . . . . 78(06)

FICHEIRO

LIVROS

C. D. 515

Elementos de Geometria Descriptiva — *A. Taibo.*
Editor o autor — Madrid, 1944, vol. 1, págs. 399.

C. D. 515

Geometria Descriptiva y sus Aplicaciones (2 tomos) — *A. Taibo.*
Editor o autor — Madrid, 1943, vol. 1-11, págs. 441.

C. D. 531.25 : 624.07

Applications de la Statique Graphique — *Maurice Koechlin.*
Editor Ch. Béranger — Paris, 1898, vol. 1, págs. 626.

C. D 537

Curso de Electrotecnia General y aplicada a las máquinas (I Electrotecnia General) — *Franz Moeller e Friedrich.*
Editor Labor — Barcelona, 1949, vol. 1, págs. 430

C. D. 621.313

La Escuela del Técnico Electricista (IV Teoria, calculo y construccion de las maquinas de corriente continua) — *H. Treukmann.*
Editor Labor — Barcelona, 1945, vol. 1, págs. 389.

C. D. 621.314

Teoria, Cálculo y Construcción de Transformadores — *Juan Corrales Martin.*
Editor Labor — 1950, págs. 502.

C. D. 621.317

Manual of Electric Instruments (Construction and Operating principles).
General Electric, 1950, vol. 1, págs. 140.

C. D. 624.012.4

Précis pour le Calcul des ouvrages en Béton Armé — *M. G. Espitallier.*
Editor Léon Eyrolles — 1922, vol. 1, págs. 246.

C. D. 624.012.4

Traité Pratique des Constructions en Béton Armé — *Léon Cosyn.*
Editor Béranger — Paris, 1917, vol. 1, págs. 279.

C. D. 624.2.022

Recueil de Types de Ponts pour Routes — *Maurice Koechlin.*
Editor Ch. Béranger — Paris, 1905, vol. 1, págs. 306.

C. D. 627.2/3

Lavori Marittimi ed Impianti Portuali — *Bastiani Flavio.*
Editor Ulrico Hoepli — Milano, 1903, vol. 1, págs. 424.

C. D. 666.3/7

Indústria de Cerâmica (Biblioteca de Instrução Profissional).
Editor Bertrand — Lisboa, vol. 1, págs. 252.

C. D. 66/9 (083)

Ricettario Industriale — *I. Ghersi.*
Editor Hoepli — Milano, 1919, vol. 1, págs. 1360.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 333.11

Desapropriações — Critérios e métodos de avaliações imobiliárias — *Eng.º Luis Paulo Diniz Carneiro.*
Revista Municipal de Engenharia, 4-5-950, n.º 2, pág. 68.

C. D. 378.1

«Ciencia y Técnica» y la enseñansa de la hidráulica en la Facultad de Buenos Aires — *Eng.º Rodolfo E. Ballester.*
Ciencia y Técnica, 10-950, vol. 115, n.º 580, págs. 277-280.

C. D. 389.6

Vantagens da Normalização — *Eng.º Humberto de Sousa Reis.*
Gazeta de Normalização, 1-950, n.º 1, págs. 33/36.

CIÊNCIAS PURAS

C. D. 5

A posição e o papel da ciência — *J. D. Bernal.*
Revista de Economia, 3-950, vol. 1, págs. 26/33.

C. D. 51.0

Progressos recientes y evolución del cálculo mecánico y automático — *Dr. Manuel Sadosky.*
Ciencia y Técnica, 10-950, vol. 115, n.º 580, págs. 170/186.

C. D. 517.521.8

O Teorema dos resíduos e o cálculo de soma de uma série — *João Farinha.*
Gazeta de Matemática, 9-950, n.ºs 44-45, págs. 15/16.

C. D. 519.251.1

Os determinantes Wronskianos — *J. Ribeiro de Albuquerque.*
Gazeta de Matemática, 9-950, n.ºs 44-45, págs. 4/7.

C. D. 53.0

La física en los últimos cincuenta años — *Eng.º Ernesto E. Galloni.*
Ciencia y Técnica, 10-950, vol. 115, n.º 580, págs. 187/198.

C. D. 530.154

La cuantificación del espacio y del tiempo — *Joaquim Ortega Costa.*
Dyna, 7-950, vol. 25, n.º 7, págs. 254/257.

C. D. 531.2

Sobre la enunciación y alcance del principio de los trabajos virtuales — *Ing. Pedro Longhini.*
Ciencia y Técnica, 9-950, vol. 115, n.º 579, págs. 135-151.

C. D. 533.09

La aerodinámica en el arte del ingeniero — *Dr. Ing. Theodore von Kármán.*
Ciencia y Técnica, 9-950, vol. 115, n.º 519, págs. 111/134.

C. D. 535.24:621.397

Television optics — Part III: photometric theory — *P. C. Jansen.*
Electronic Application Bulletin, 9-950, vol. 11, n.º 9, págs. 161/179.

C. D. 535.241.42:535.233

La bougie nouvelle — *W. de Groot.*
Revue Technique Philips, 11-948, vol. 10, n.º 5 pág. 153.

A propósito duma circular do Comité Internacional de pesos e medidas pondo em vigor a «nova vela».

C. D. 535.245.24:628.932

Comment déterminer la distribuition de l'intensité lumineuse et le flux lumineux des projecteurs — *J. Bergmans, H. A. E. Keitz.*
Revue Téchnique Philips, 47, vol. 9, n.º 4, págs. 114/122.

C. D. 536.532

Los errores de la determinación de las temperaturas de gases com pares termoeléctricos — *José Manuel Pertierra.*
Ion, 7-950, vol. x, n.º 108, pág. 395.

C. D. 537.122:537.533

Le cinquantenaire de l'électron — *W. de Groot.*
Revue Téchnique Philips, 1947, vol. 9, n.º 8, págs. 225/230.
Resenha histórica da teoria electrónica.

C. D. 538.1/.2

Recent ideas and experiments in magnetism — *L. F. Bater.*
The procedings of the Instit. of Electr. Engineers, 1950, vol. 97, n.º 108, págs. 340/350.

C. D. 538.245

Introduction to the application of «Ferroxcube» — *H. van Suchtelen.*
Electronic Application Bulletin, 2-950, vol. 11, n.º 2, págs. 27 a 37.

C. D. 539.16.08

Detectores de irradiação — *P. A. Duffy.*
O Eng. Westinghouse, 8-950, n.º 4, págs. 218/221.

C. D. 539.17

Power production from nuclear energy.
Engineering, 15-9-950, págs. 225/226.

C. D. 539.3

Progresos registrados en la mecánica elástica durante los últimos cincuenta años. I — Teoria de las estructuras. II — Teoria de la elasticidad — *Engs. Artura J. Bignali, Jorge J. Basaldeia e Arturo Gusmán.*
Ciencia y Técnica, 10-950, vol. 115, n.º 580, págs. 199-218.

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

•

CONDUTORES ELÉCTRICOS

C E L

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

•

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

L I S B O A

C. D. 539.319

Análisis experimental de tensiones — *Eng.º Simón A. Delpech.*

Ciencia y Técnica, 10-950, vol. 115, n.º 580, págs. 219-229.

C. D. 541.12 [518.4]

Sobre algumas aplicações dos métodos gráficos ao cálculo dos equilíbrios quimicos — *Montagne.*

Análise, 10-950, n.º 24, pág. 7.

Equilíbrios químicos e suas leis; representação gráfica do estado químico de um sistema.

C. D. 543.8 : 634.36

Los componentes inorgánicos de la aceitura y de las hojas del olivo — *L. Blas y J. Adrián.*

Ion, 7-950, vol. x, n.º 108, págs. 402/404.

C. D. 543.3 [539.16]

Analyse spectrochimique à l'aide d'un compteur Geiger.

Électricité, 9-950, págs. 229/230.

C. D. 547.724.1 : 668.533.61

Estudios sobre derivados sintéticos del furfurol y su gran interés en la industria de esencias — *Carlos Alós Soler.*

Ion, 8-950, vol. x, n.º 109, pág. 465.

Obtenção, reacções e aplicações.

C. D. 582.6 (41)

Investigaciones escocesas sobre algas.

Ion, 10-950, vol. 10, n.º 111, págs. 605/606.

Recolha e aplicações das algas.

ENGENHARIA MECÂNICA ELECTROTECNIA

C. D. 62 + 66 + 68.0016

The B. I. S. R. A. Physics Laboratories.

Engineering, 17-11-950, vol. 170, n.º 4 425, págs. 374-375.

C. D. 620.19 : 669.15 - 194 : 669.24 : 669.26

L'influence des precipitations des carbures anx points des grains sur la resistance à la corrosion superficielle des aciers au chrome-nickel.

Revue Technique Sulzer, 1950, n.º 1, págs. 27/31.

C. D. 621 — 52.001.16

Progress in automatic contral systems — *Professor A. Tustin.*

Engineering, 10-11-950, vol. 170, n.º 4424, págs. 360/363.

C. D. 621 — 622

Cilindros antidetonantes.

Revista Industrial y Fabril, 9-950, vol. 5, n.º 48, pág. 554.

C. D. 621.165:621—752

Experimental determination of the natural modes of vibration of gas-turbine blades — *D. A. Nutt.*

Engineering, 3-11-950, vol. 170, n.º 4423, pág. 323.

C. D. 621.3.002.2:289.6

Standardization and simplification in the electrical industry — *J. T. Moore.*

The proceedings of the Institution of Electr. Eng., 9-950, vol. 97, n.º 107/233.

C. D. 621.3.011.1

Note on a useful extension of Thévenin's Theorem — *L. Tasmy — Tschiassny.*

The proceedings of the Institution of Electr. Eng., 9-950, vol. 97, n.º 107, pág. 234.

C. D. 621.3.011.3

Reciprocity between generalized mutual impedances for closed or open circuits — *A. G. Clavier.*

Eiectrical Communication, 6-950, vol. 27, n.º 2, pág. 152/158.

C. D. 621.3.017:721.313.33

Determinação indirecta do aquecimento em motores asincronos de indução — *Santos Mattos e Chagas Gomes.*

Revista do Sindicato Nacional dos Eng. Auxiliares, 7-8-950, n.º 55-56, págs. 122/130.

C. D. 621.3.081.1

The rationalization of electrical theory and units — *H. Marriott.*

The proceedings of the Institution of Electr. Eng., 9-950, vol. 97, n.º 107, págs. 245/251.

C. D. 611.311

A review of research in electricity supply — *G. W. Marshall.*

The proceedings of the Institution of Electr. Eng., 1950, vol. 97, n.º 180, págs. 351 356.

C. D. 621.311 (469)

Aproveitamento hidro-eléctrico da bacia hidrográfica do rio Tejo, em Portugal, e sua contribuição para o desenvolvimento industrial do País — *J. A. Massano Ramita.*

Rev. do Sindicato de Eng. Auxiliares, 5-950, n.º 53-54, págs. 101/105.

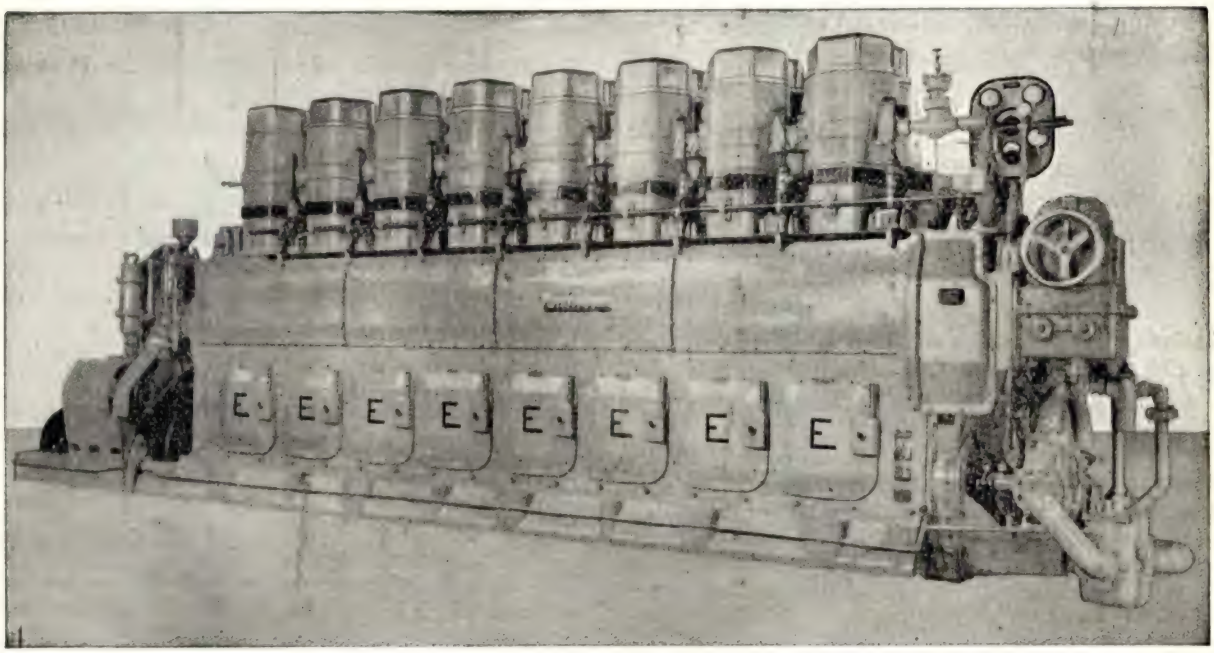
C. D. 621.311.21 (43-13)

Centrais hidroeléctricas do sul da Alemanha — *J. Rafael Baptista Júnior, eng.*

Revista da Ordem dos Engenheiros, 6-950, n.º 78, págs. 258/277.

ENTERPRISE

ENGINE & FOUNDRY COMPANY — U. S. A.



MOTORES DIESEL MARÍTIMOS — MOTORES DIESEL ESTACIONÁRIOS

GRUPOS DIESEL-GERADOR

45 a 2100 HP — **200 a 850 RPM** — **3 a 8 cilindros**

- Bloco de cilindros fundido numa só peça.
- Base fundida numa só peça.
- Camisas em contacto directo com a água.
- Cabeças de cilindro individuais.
- Cambota em aço forjado.
- Tirantes em aço forjado, Tipo marítimo.
- Bombas de injecção individuais.
- Válvulas em aço « SILICHROME »
- Lubrificação forçada.
- Balanceiros com sistema hidráulico para eleminação de folga.
- Válvula de arranque em todos os cilindros.
- Com ou sem sobre-alimentação.

CONSTRUÇÃO ROBUSTA — SERVIÇO CONTÍNUO — ECONOMIA

REPRESENTANTES:

• TERMO-MECANICA •

LIMITADA

AVENIDA ALMIRANTE REIS, 247, 1.º — **LISBOA**

C. D. 621.311.22

La production thermique á la quatriéme Conférence-Mondiale de l'energie (Londres, 10-15, Juillet, 1950)— *L. Chalmey.*

Électricité, 10-950, págs. 231/235.

C. D. 621.313.13—214.44:622

Régles générales de construction et essais de contrôle effectués aux ACEC sur le matérriel antigrisonteux — *A. Masquelier.*

ACEC — Charleroi, 1950, n.º 2, págs. 11/16.

C. D. 621.314.12:621.318.42

The fundamental limitations of the second-harmonic type of magnetic modulator as applied to the amplification of small D. C. signals — *F. C. Williams; S. W. Noble.*

The Journal of the Instit. of. Electrical Engineers, 8-950, págs. 231/232.

C. D. 621.314.214.333

Philips Variable Transformers.

Electronic Application Bulletin, 1-950, vol. 11, n.º 1, pág. 18.

C. D. 621.314.241.062.12

Synchronous converter in parallel operation — *K. E. Johansson.*

Asea Journal, 7-950, vol. 23, págs. 100/102.

C. D. 621.314.26.029.62

Comments on frequency changers for 30 Mc/s to 120 Mc/s for T. V. and F. M. receivers — *B. G. Dammero; L. J. Cock.*

Electronic Application Bulletin, 6/7-950, vol. 11, n.º 6/7, págs. 105/128.

C. D. 621.314.261:677.46

Installacions de groupes convertisseurs de fréquence pour l'alimentation de moteurs de broches électriques des machines à filer la soile artificielle — *R. Rais.*

Bulletin Oerlikon, 1-2-3-950, n.º 282, págs. 2008/2012.

C. D. 621.314.671.621.396.645

An H. T. supply unit for power amplifiers.

Electronic Application Bulletin, 8-950, vol. 11, n.º 8, págs. 255/159.

C. D. 621.315.05

Cálculo das linhas de transmissão de energia eléctrica — *Aulio Clemente Ferreira.*

Revista Politécnica, 6-949, n.º 154, págs. 69/78.

C. D. 621.315.17

Levantamento de postes para linhas de alta tensão — *Fernando da Costa Pinto Correia.*

Revista do Sindicato Nacional de Eng. Auxiliares, 5-950, n.º 53-54, págs. 96/100.

C. D. 621.315.17

Mechanisation of transmission-line construction — *A. E. Davison.*

Engineering, 22-9-950, págs. 261/262.

C. D. 621.315.2

Desarrolo de los cables de alta tensión con aislación bajo presión de gas para el transporte de energia eléctrica — *Oscar Luis Briosso (Ing.).*

Rev. Electrotécnica, 9-950, vol. 39, n.º 9, pág. 344/360.

C. D. 621.315.22:621

Les câbles électriques pour mines — *F. Lemercimier.*

ACEC — Charleroi, 1950, n.º 2, págs. 32/36.

C. D. 621.315.23

Extra high-voltage cable developments in France — *M. Laborde; R. Tellier.*

Engineering, 27-10-950, págs. 319/320.

C. D. 621.315.59:537.312.6:548.7

Semi-conducteurs dont la résistance a un grand coefficient de température négatif — *E. J. W. Verwey, P. W. Haayman, F. C. Romeyn.*

Rev. Technique Philips, 1947, vol. 9, n.º 8, pág. 239 2 249.

Bases físico-químicas do seu desenvolvimento. Possibilidades de aplicação.

C. D. 621.315.668.1

Conservación de los postes de madera para líneas eléctricas — *Miguel Serra Horta.*

Revista Industrial y Fabril, 6-950, vol. v, n.º 45, págs. 356/360.

C. D. 621.316.261

Systèmes d'alimentation de secours à batteries d'accumulateurs — *H. A. W. Klinkhamer.*

Revue Technique Philips, 47, vol. 9, n.º 8, págs. 231/239.

C. D. 621.316.5.004.31 : 621.311.1 (485)

Transient recovery voltage subsequent to short-circuit in the swedish power network — *P. E. Hammarlunde O. Johanson.*

Asea Journal, 8-10-950, vol. 23, n.ºs 8-10, págs. 130/139.

C. D. 621.316 57.064.45

Les disjuncteurs pneumatiques ultra rapidess implifies pour postes exterieurs et pour tênsions jusqu'à 380 kv — *H. Theommen (P. H.).*

Revue Brown Boveri, 1950, vol. 37, n.º 4-5, págs. 123/136.

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LIMITADA
PRAÇA DO MUNICÍPIO 13, 3.°
TELEF. 22344
LISBOA

Máquina para execução de estacas

FUNDAÇÕES

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

CONCERTO CAMPESTRE — *GIORGONE*

FAMA!!!

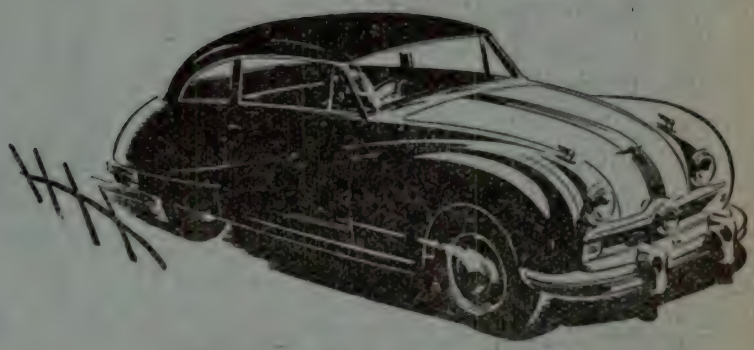
AS OBRAS DE ARTE ALCANÇAM

A FAMA . . . . . E

OS BONS AUTOMÓVEIS TAMBÉM

AUSTIN

É JÁ FAMOSO



A 90 "ATLANTIC" SPORTS SALOON

DISTRIBUIDORES GERAIS

J. J. GONÇALVES SUCRS.

LISBOA PORTO

AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS

Separatas da «Técnica»:

Operações Unitárias da Indústria Química

PELO

Prof. Eng.º Luís de Almeida Alves

Preço 60$00

A Mecânica dos Solos e as suas Aplicações

PELO

Eng.º Manuel Pimentel Pereira dos Santos

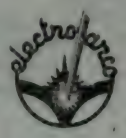
Preço 60$00

À venda na nossa Redacção

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING



FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649
PORTO
RUA GUEDES DE AZEVEDO, 131-TEL 21277

INGERSOLL-RAND, L.DA

Compressores — Material para minas
Ferramentas Pneumáticas
Bombas centrífugas — Guinchos eléctricos e a ar comprimido
Condensadores de vapor — Motores «Diesel»
Equipamentos de refrigeração

Largo do Corpo Santo, 28-2.º
LISBOA

Telef. 2 3212 / 2 9671

Teleg. INGERSOLL

Nas Colónias
METROCOL, LDA.
LUANDA

Para equipamento de garagem
C. SANTOS, LDA.
LISBOA PORTO COIMBRA

Barber-Greene

CARREGADORES MÓVEIS, DE TELA OU DE BALDES
TELAS TRANSPORTADORAS FIXAS

CARREGADOR PARA AREIA, BRITA, PRODUTOS QUÍMICOS, CARVÃO, EMBALAGENS, ETC.

CARREGADOR ESPECIAL PARA CARVÃO, COM CRIVO VIBRATÓRIO E LANÇA BASCULANTE

CARREGADOR DE BALDES COM AUTO-ALIMENTADOR

HÁ UMA SOLUÇÃO BARBER-GREENE PARA CADA PROBLEMA DE CARGA OU DE TRANSPORTE DE MATERIAIS A GRANEL

CONSULTE O REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA PORTUGAL

SMEIA

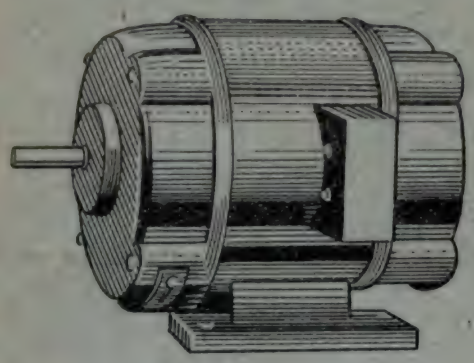
SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA

S. A. R. L.

AV. A, À PRAÇA DO AREEIRO, N.° 8 — LISBOA — TELEF. 70028

CONZ METZENAUER & JUNG

As grandes marcas alemãs de motores e máquinas eléctricas, material de protecção e termóstatos, transformadores, etc.



SOCIEDADE COMERCIAL
MATTOS TAVARES, L.DA
LISBOA R. DOS SAPATEIROS, 39, 2°
TELEFONES 2 5701 - 2 5704

APARELHAGEM
ELÉCTRICA
para Baixa e Alta Tensão

QUADROS BLINDADOS
para fábricas, oficinas e minas

ACESSÓRIOS PARA INSTALAÇÕES

CREL

RUA DOS INDUSTRIAIS, 7 (às Cortes)
Telefones 6 2134 e 6 2135 LISBOA

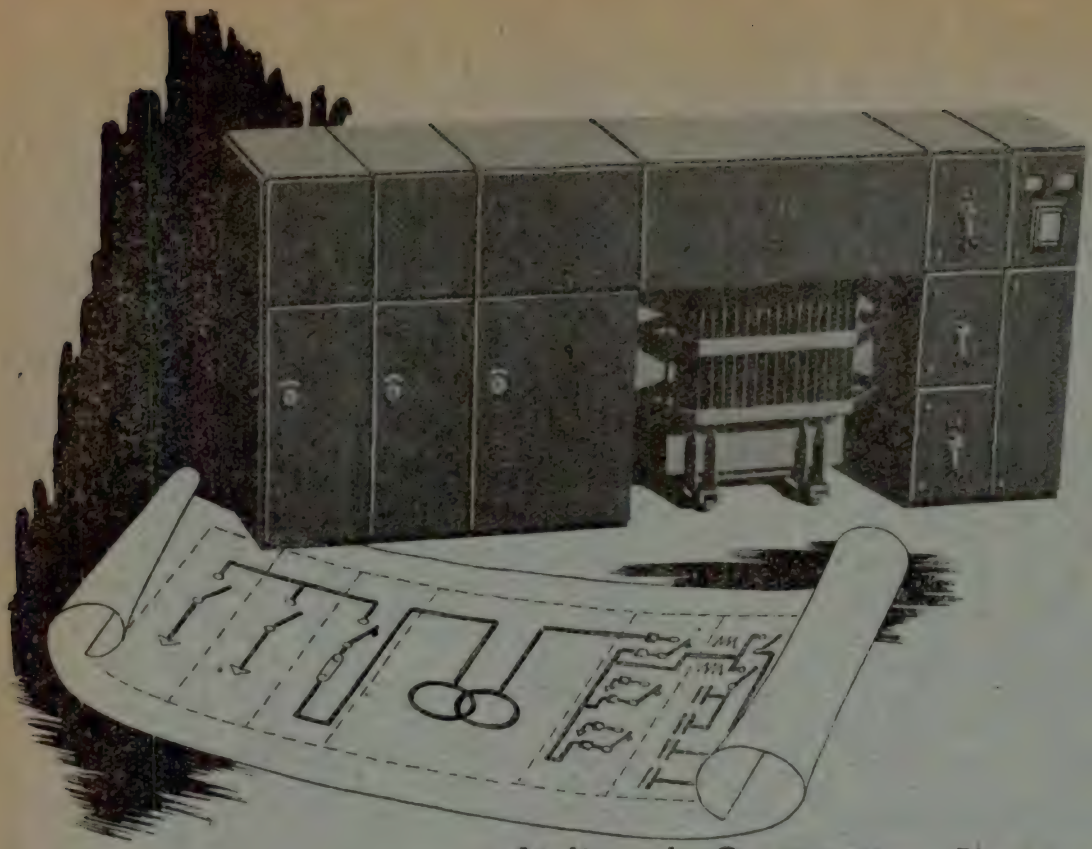
ASKANIA

ASKANIA — WERKE
BERLIN

Casa especializada em instrumentos científicos para:

Topografia, Geodesia, Geofísica, Astronomia, Astrofísica, Meteorologia, Oceanografia, e Instrumentos de controle para todas as indústrias e laboratórios

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
J. WIMMER & Co.
AV. 24 DE JULHO, 34 — LISBOA — TEL. 6 0127



Ateliers de Constructions Electriques de

DELLE

LYON - VILLEURBANNE (FRANCE)

OS NORMABLOCS

São Celas metálicas prefabricadas permitindo a realização de subestações de transformação

VANTAGENS:

a) **Dimensões reduzidas**
b) **Segurança completa para o pessoal**
c) **Rapidez e facilidade de montagem**
d) **Facilidade de extensão do posto**
e) **Fácil revisão de aparelhagem**
f) **Apresentação extremamente estética**

Solução ultra moderna. Este material é montado em fábrica própria em Chalon-Sur-Saone (França)

É favor pedirem a descrição desta fábrica aos nossos Representantes em Portugal:

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

DELEGADOS DA «COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ» DE PARIS

RUA DOS INDUSTRIAIS, 4-1.° / TEL. 60692 / LISBOA

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46

LISBOA — PORTUGAL

TELEGRAMAS: PESSIL-LISBOA — TELEFONES: 29879-24495-20354

MÁQUINAS, EQUIPAMENTO, INSTALAÇÕES

Representantes de:

EMILE HAEFELY & C.ie S. A. — Basileia — Suíça
Transformadores de potência e medida, Condensadores estáticos, Rebobinagem de máquinas eléctricas, Material isolante

SPRECHER & SCHUH, S. A. — Aarau — Suíça
Aparelhagem eléctrica, Disjuntores-Ortojectores

MEIDINGER, S. A. — Basileia — Suíça
Motores e ventiladores eléctricos

BAUME & MARPENT, S. A. — Haine St. Pierre — Bélgica
Material de caminhos de ferro, Pontes, Gasómetros

HEINRICH FLOTTMANN G. m. b. H. — Herne — Alemanha
Equipamento perfurador, Demolidores, Compressores, Martelos

BERKEFELD FILTER GESELLSCHAFT, m. b. H. — Celle — Alemanha
Filtros para água, vinho, óleos. Instalações de depuração e amaciamento de água, desferrização

ESCH-WERKE K. G. — Duisburgo — Alemanha
Britadoras, trituradoras, instalações de tratar pedras

W. HARTMANN & C° — Hamburg — Alemanha
Escavadoras, transportadores de fita, Scrapers, Vagonetas, Carris, Aços

THEODOR TILEMANN K. G. — Gevelsberg — Alemanha
Cabos de aço, cadeias, correntes

COMPANHIA PORTUGUESA DO COBRE, S. A. R. L. — Contumil — Porto
Cobre, latão, alumínio e respectivas ligas

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «**Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional**»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telef. Oeiras { Administ. 156 / P. B. X. 126 127

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

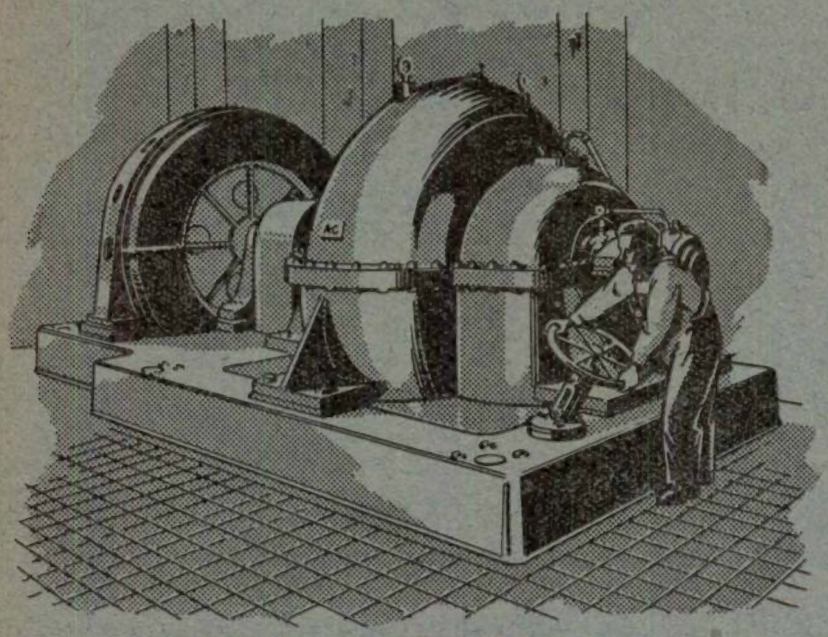
SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

ALLIS-CHALMERS

O fabricante do maior variedade de Equipamento Industrial do Mundo

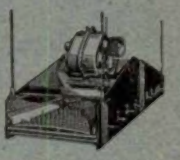


Motores

Centrais

Sub-estações

Transformadores



Crivos vibrantes

BOMBAS PARA RENDIMENTO MÁXIMO E FUNCIONAMENTO ECONÓMICO

Há mais de 60 anos que as bombas centrífugas Allis-Chalmers gozam de prestígio pelo seu alto rendimento e segurança, consequência do excelente material, progresso técnico e precisão de trabalho empregado na sua construção.

Oferecemos unidades completas de bomba e motor para qualquer aplicação, incluindo modelos especiais para líquidos com grande quantidade de materiais sólidos.

Quando se trate de Maquinaria, consulte-nos:

Fornecemos bombas, motores e equipamentos especiais de Allis-Chalmers para indústrias várias. Toda a consulta recebe atenção imediata

ESTABELECIMENTOS HEROLD, LIMITADA

Rua dos ouradores, 7 Lisboa Telef. 2 4221/3

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORP

- EQUIPAMENTOS PARA TODOS OS GÉNEROS DE COMUNICAÇÕES ELÉCTRICAS por rádio e por circuitos metálicos.
- EQUIPAMENTOS DE TODAS AS POTÊNCIAS PARA RADIODIFUSÃO E TELEVISAO.
- GRANDES E PEQUENAS CENTRAIS TELEFONICAS, manuais e automáticas.
- TODO O GÉNERO DE APARELHAGEM MANUAL E AUTOMÁTICA para instalações telefónicas e telegráficas.
- FORNOS ELÉCTRICOS desde pequenas potências, com aquecimento por correntes de radiofreqüência.
- SISTEMAS PATENTEADOS, DE ANTENAS de alta eficiência.
- CABOS DE TODOS OS TIPOS para comunicações em tôdas as freqüências e para transporte de energia.

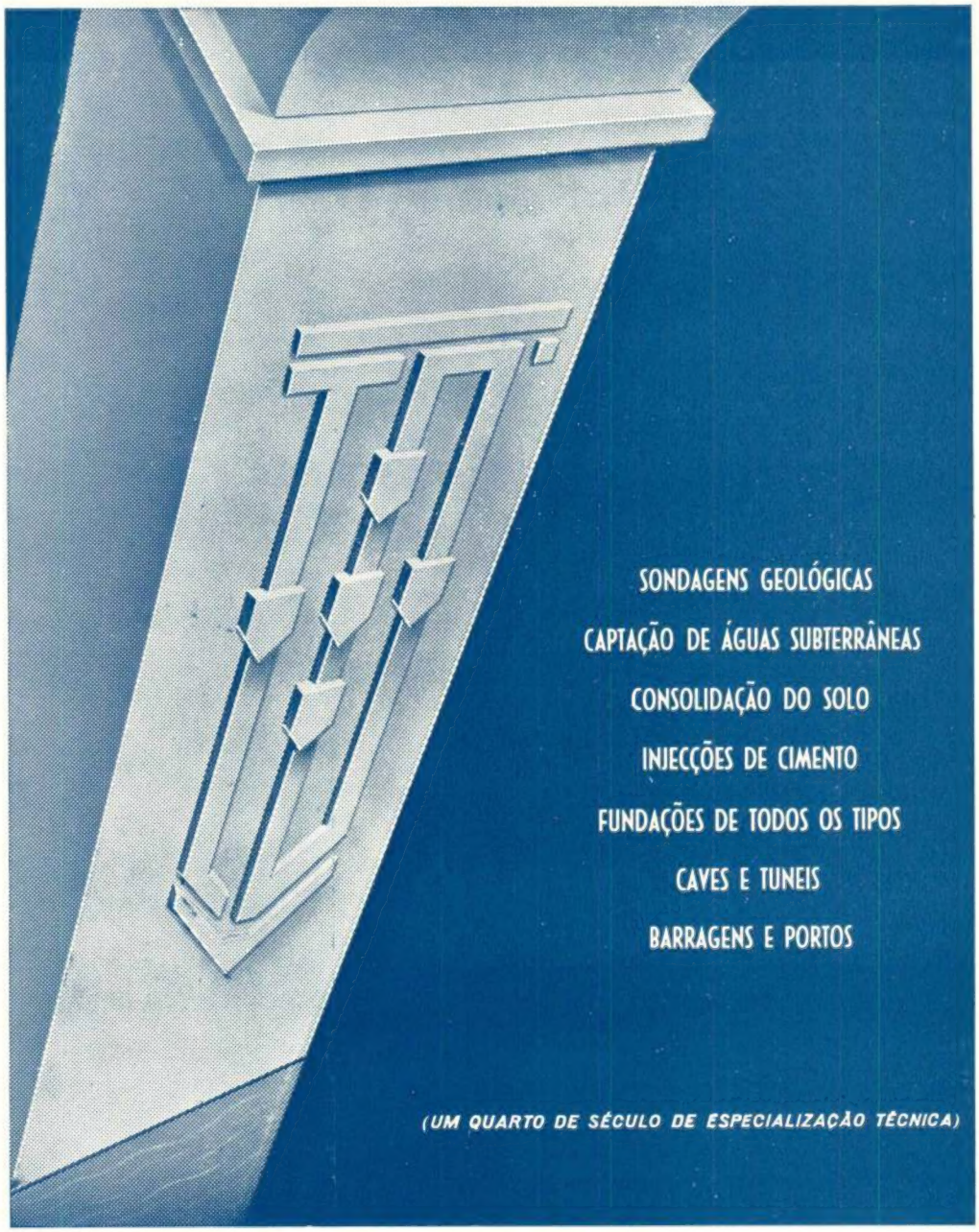
Telefone 2 3111/2/3 Rua Augusta, 27 LISBOA

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

RUA DA BETESGA, 57. 3.º
TELEF. 3 2774

LISBOA



SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

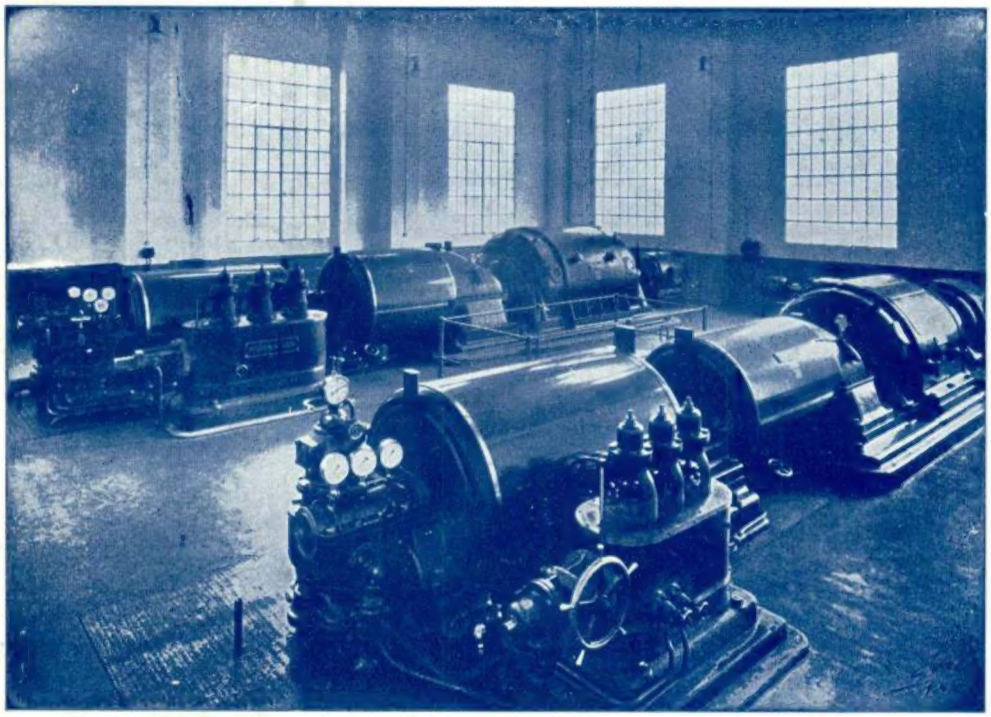
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, Material de alta frequência, Telegrafia, Telefonia, Telecomando, etc.



S. A. União Eléctrica Portuguesa — Setúbal
Turbo-grupos de 6.400 kW